Engenharias

Significação de conceitos na construção da aprendizagem

Organizadores

Pedro Prates Valério

Margarete Aparecida Pereira

Editora Poisson

VOLUME 2

Pedro Prates Valério
Margarete Aparecida Pereira
Organizadores

Engenharias
Significação de conceitos na construção da aprendizagem
Volume 2

1ª Edição

Belo Horizonte
Editora Poisson
2024

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57
Engenharias: significação de conceitos na construção da aprendizagem - Volume 2/ Organizadores: Pedro Prates Valério, Margarete Aparecida Pereira – Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2024

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-395-9
DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Engenharia 2. Educação. I. VALÉRIO, Pedro Prates II. PEREIRA, Margarete Aparecida III. Título.

CDD-620

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br
Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

Organizadores

Pedro Prates Valério

Doutor em Engenharia Química pela UFMG. Possui mestrado pela UNICAMP e Formação em Docência do Ensino Superior pela UFMG (2013). MBA em Gestão Exponencial (HSM University: 2024). Graduado em Engenharia, acompanhou pesquisa científica na School of Food Science and Environmental Health - DIT, na Irlanda (2008), retornando em Período Sanduíche/Doutorado (2016). Pelo EMPRETEC, realizou imersão em Empreendedorismo e Desempenho Empresarial - SEBRAE/ONU (2011). Ao longo da trajetória, acumula experiências relacionadas a Liderança, Formação de Equipes de Alto desempenho, Gestão, Gerenciamento Educacional, Projetos de Inovação, entre outras. Como mentor, idealizador e gestor de projetos, recebeu premiações por resultados expressivos em programas que também envolvem desenvolvimento de negócios e aceleração de startups: 1ª lugar Nacional no Programa ÂnimaNest (2023/2); 3 vezes Semifinalista Nacional no Programa de pré-aceleração SharkHub (2022/1, 2022/2 e 2003/2), além de menções honrosas por feitos Duais (aproximação entre universidade e mundo da trabalhabilidade) no Grupo Ânima Educação. Na Cidade Universitária do Centro Universitário Una, participou do Grupo responsável pela concepção do Hub de Inovações CasaUna / Ânima Lab. Enquanto Coordenador Acadêmico (2018 a 2024), atuou na operação de reformas curriculares, tendo na última uma implementação referenciada por competências (Ensino para Compreensão, EpC). Esteve à frente da gestão de cursos de graduação diversos (presenciais, semi-presenciais e EAD), sempre desenvolvendo projetos em paralelo para acolhimento de novos estudantes, em suas transições do ensino médio. Como gestor, desenvolveu equipes que, também norteadas por propósitos, mantiveram enfoque na geração de resultados robustos, em linha com missões e valores institucionais. Coordenou projetos e processos envolvendo Regimentos, Políticas Institucionais, Normas, Regulamentos e Resoluções, também, considerando alinhamento com legislações vigentes - incluindo DCN, e Diretrizes Extensionistas (Res. CNE/CES, 2018). Presidiu NDEs e Colegiados, fortalecendo viéses de gestão educacional e liderança. Acumulando indicadores efetivos atrelados aos projetos, mantém enfoque na prospecção de parcerias estratégicas e forte relacionamento com Stakeholders. Ocupa cadeira de Conselheiro e Gestor Regional (Sudeste e Sul) na Associação Brasileira de Educação em Engenharia – ABENGE, responsável pela elaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, junto ao MEC. Ocupa posição no Conselho de Educação e Treinamento e no Conselho de Política Econômica da FIEMG. É Conselheiro de Educação e de Inovação na Associação Comercial de Minas Gerais. Assumiu, em 2023, a posição representante do Brasil (National Representative) na ISEKI_Food Association (Vienna, Austria), uma das mais relevantes instituições de Educação e Ciência na Europa. No CREA-MG, foi membro do Colégio Estadual das Instituições de Ensino: CIE (2020 a 2022), onde atua como Conselheiro em Câmara Especializada. Recentemente, foi convidado para compor a Comissão de Estudo Especial de Serviços de Educação e Aprendizagem, na ABNT. Compõe outros comitês e colegiados, incluindo conselhos estratégicos de ONGs e Instituições focadas em práticas ESG. Autor/Coautor de 3 livros, capítulos e artigos diversos - nacionais e internacionais, participa constantemente de eventos internacionais: Enfoque em Educação, formação contemporânea/qualidade, capital humano, social e cultural. Enquando Educador (últimos 10 anos), teve a oportunidade de apoiar e acompanhar a formação de mais de 5000 estudantes. Como professor ministrou diversas disciplinas (presenciais, semi-presenciais e EAD), incluindo aquelas de cunho técnico, além de matérias atreladas a empreendedorismo, inovação, gestão, metacognição e competências socio-emocionais. Somando-se às atividades Científicas, é revisor Ad Hoc de periódicos diversos, am âmbito nacional e internacional. Também compõe as Organizações IFT e GHI.

Margarete Aparecida Pereira

Professora universitária e analista sênior, formação em Química Industrial (UFOP), Mestre em Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais (DEGEO - UFOP) e Tecnóloga em Gastronomia (Centro Universitário Una). Especialista no desenvolvimento de metodologias ativas de ensino para cursos de engenharia, com experiência em análises químicas ambientais e desenvolvimento de metodologias analíticas. Atuou como Analista Sênior na Vice-Presidência Acadêmica da Ânima Educação (2018 - 2020) reconhecida por sua expertise em tratamento de dados acadêmicos Atuou como professora Universitária no Centro Universitário Una (2009 - 2024) e no Centro Universitário de Belo Horizonte (2020 - 2022), sendo reconhecida pela orientação de dezenas de Trabalhos de Conclusão de Curso nas áreas de meio ambiente e produção de cerveja. Possui publicações inúmeras na área de meio ambiente e desenvolvimento de metodologias ativas. Foi responsável pelo projeto de extensão "Diálogos em Construção", focado no desenvolvimento de soft skills de discentes, e formação de novas lideranças. Foi membro do Grupo de Trabalho, referente à análise e elaboração de proposta de revisão da Deliberação Normativa Copam nº 01, de 26 de maio de 1981. É membro da Associação Brasileira de Educação de Ensino em Engenharia, fazendo parte também de sua comissão científica. Atualmente, contribui para a Trivento Educação.

Este volume também considera, orgulhosamente, trabalhos publicados no 51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE, o mais importante fórum de discussão sobre a formação e o exercício profissional em Engenharia no Brasil.

Autores participantes da elaboração do livro (em ordem alfabética)*:

Clarissa Ana Zambiasi
Davidson Andreoni
Fábio Miranda de Andrade
Fernanda Cristina Verediano
Flávio Augusto Rezende Calado
Gabriel Antunes Marques
Geovanna Gabrielle Barbosa de Paula
Hugo Leandro Tomaz Rangel
Hugo Vilaça Lima
Igor Luiz dos Santos Noce
Jade Alves Pereira
Juliana Lopez de Oliveira
Larissa Camilo de Souza Lima e Silva
Lorena Paula dos Santos
Lorrainy Larissa Folgado Moreira
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Madrith Sthel Costa Duarte
Margarete Aparecida Pereira
Mirla Laura de Oliveira Antunes
Natalli Rocha de Amorim
Orlando Gama da Silva Junior
Paulínia Lataliza França Moura
Pedro Henrique Salgado Carvalho
Pedro Prates Valério
Raphaela Francisca Januária Teodoro Oliveira
Roberto Barbosa Santos
Samuel França Duarte
Tânia Regina Dias Silva Pereira
Telma Dias Silva dos Anjos
Thainá de Paula Azevedo Santos
Vanessa Mota Vieira
Welder Rodrigo Vicente
Wilson Reis Junior
Yuri Agostini Randi Oliveira

“A educação é mais autêntica quanto
mais desenvolve este ímpeto ontológico de criar.
A educação deve ser desinibidora e não restritiva.
É necessário darmos oportunidade para que
os educandos sejam eles mesmos.”

Paulo Freire

Professora Dra. Adriana Maria Tonini

Reprodução adaptada do Discurso da Mesa de Abertura, da 51ª edição do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE: Desafios de ensino, pesquisa e extensão na educação em Engenharia, e celebração do cinquentenário da ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia.

Começo minhas palavras citando trechos de obras de 2 grandes escritores, Rubem Braga (do ES, onde nasci) e Carlos Drumond de Andrade (de MG, onde fui acolhida, criei raízes e amineirei). Já dizia Rubem Braga: "Mas na profissão, além de amar, tem de saber. E o saber leva tempo para crescer". E Carlos Drummond de Andrade: "No meio do caminho tinha uma pedra, tinha uma pedra no meio do caminho". E estas frases me fazem pensar a formação das engenheiras e dos engenheiros do nosso País, uma formação que leva tempo e muitos conhecimentos, e que certamente, ao longo desse tempo, retiram tais pedras ou as transformam em insumos de suas obras.

Voltando a Rubem Braga e Carlos Drumond de Andrade, registro que ambos têm em comum o RJ, que nos recebeu para o LI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, com o retorno do COBENGE ao presencial, no ano em que comemoramos 50 anos da ABENGE, fundada no RJ. Daí o motivo da escolha deste estado para este relevante momento, em 2023.

Na condição de primeira Presidente MULHER da ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia – muito me honra ter aberto o COBENGE 2023, desta Associação que representa as escolas de ensino de engenharia no Brasil, por meio de seus diretores, coordenadores de curso, docentes e discentes. Associação esta que representa um manancial de participantes ativos na construção de uma Engenharia para o País, cujos pilares estão na Educação, no Ensino, Pesquisa, Inovação e Extensão.

Sabemos que as mudanças tecnológicas se apresentam rapidamente, com velocidade, gerando, assim, uma expressiva demanda por uma educação que possa atender às necessidades particulares de uma sociedade.

A era da informação, e todas as suas derivações, transformou a esteira da era do conhecimento segmentado ou estanque.

O jovem de hoje tem pressa, pressa em fazer escolhas, pressa em ouvir, pressa em entender, pressa em se comunicar e pressa em aprender.

Daí a importância de um conteúdo em salas de aula que estimulem os jovens futuros engenheiros a aprender a aprender, e aprender a fazer.

A educação em engenharia tem se dedicado a pesquisar e trazer soluções para a formação de profissionais que saibam enfrentar problemas. Que tenham: Competência Técnica, Competência Gerencial. Que desenvolvam um perfil: Flexível, Adaptável, Responsável, Criativo, Crítico, Ético. E que sejam capazes de: Solucionar problemas, Trabalhar em equipe, Tomar decisões, Se comunicar e Pensar também no meio ambiente, na sustentabilidade.

Não procurem neles capas de super-heróis ou superpoderes. São profissionais, com efetivo desenvolvimento de habilidades.

Novos desafios surgem para as escolas de engenharias e para os seus docentes, na construção de metodologias de ensino e aprendizagem que possibilitem uma melhor apropriação dos conteúdos para o desenvolvimento de competências, do saber fazer, saber agir, saber mobilizar recursos, saber aprender, saber comunicar, saber assumir responsabilidades, com visão estratégica. Além do Norte de todas: Saber ser!

Assim, para formar engenheiros com o perfil que inclusive atenda às características fundamentais das Diretrizes Curriculares Nacionais – DCNs, os currículos ou a denominada matriz curricular dos cursos de graduação devem ter sua construção organizada em uma série de práticas educativas, multidisciplinares e transdisciplinares, comprometida em manter os cursos com as melhores avaliações e currículos, que possam garantir uma formação robusta, que tenham uma convergência entre o saber científico-tecnológico e o saber advindo das áreas de humanas e sociais, para a formação crítica (em constante melhoria de sua atuação profissional), humanista (em atender as demandas da sociedade e do País) e generalista (não somente especialista mas que dê conta do contexto nacional e internacional, dinâmico, em relação as tecnologias e inovações) dos engenheiros para atender demandas requeridas no mundo do século XXI.

Como engenheira e mulher, ciente do percentual de 28% de representação feminina nas engenharias, destaco a importância e necessidade de Políticas Públicas e ações efetivas para despertar e incentivar meninas e jovens para as áreas de engenharia. Por meio deste incentivo haverá maior número de pessoas buscando a formação nessas áreas do conhecimento, o que também contribuirá para que o país possa aumentar sua produção científica.

Além disto, com mais pessoas formadas na Graduação e posteriormente na Pós-Graduação nas áreas tecnológicas, elevar-se-á o potencial de desenvolvimento tecnológico brasileiro e, consequentemente, de crescimento econômico, com geração de mais emprego e renda para todos os cidadãos, democratizando oportunidades para homens e mulheres no mundo da trabalhabilidade, promovendo avanços significativos para o País.

Termino deixando aqui um desafio: Que nossas mãos estejam sempre irmanadas com a generosidade do fazer, que os nossos pés caminhem sempre na direção da igualdade de oportunidades, que os nossos corações sejam sempre acolhedores das diferenças e que nossos cérebros usem todos os conhecimentos para a dignificação do ser humano, razão para o nosso existir.

Uma excelente jornada para todas e todos!

Adriana Tonini
Presidente da ABENGE
Associação Brasileira de Educação em Engenharia

Prefácio

Mais uma Palavra Pedagógica: da aprendizagem à equidade

Professora Verônica Cristina de Almeida e Silva de Barros Figueiredo

Mestre em Educação: Linha de Currículo

Especialista em Docência do Ensino Superior

Pedagoga

A palavra pedagógica escolhida para o prefácio do volume anterior do livro Significação de Conceitos na Construção da Aprendizagem foi "aprendizagem". O que motivou tal escolha foi o desafio que representa a aprendizagem para todos os sujeitos envolvidos no processo de educação. Para aquela discussão, foi necessário abordar a qualidade ao trabalho realizado, as especificidades da aprendizagem de adultos, o deslocamento do processo de ensinar para o de aprender, a centralidade do educando no processo de aprendizagem, a responsabilidade e a ética do trabalho docente os ideais de educação, a aprendizagem ao longo de toda a vida e, por fim, os anseios dos estudantes das instituições de ensino superior em relação às suas formações.

Dando continuidade a essa ideia, para o prefácio do presente volume do livro Significação de Conceitos na Construção da Aprendizagem, a palavra que se acrescenta a esta discussão é "equidade". Muitas outras poderiam ter sido escolhidas, mas a necessidade de reflexão a respeito da equidade na aprendizagem se sobrepõe às demais. Esta reflete uma mudança de perspectiva na prática docente, que valoriza a igualdade em sala de aula, considerando-a sinônimo de justiça. Do ponto de vista da equidade, mesmo sendo, as salas de aula, naturalmente desiguais, espera-se que todos os estudantes tenham acesso a um currículo desafiador e de alto nível, que tenham acesso à mediação da aprendizagem pelo professor e oportunidade de interagir com seus pares e com o conteúdo. Nesse sentido, tendo em vista a importância da ação dos sujeitos, espera-se que ocorram produtivas experiências de aprendizagem.

Ressalta-se a importância da interação dos estudantes com recursos manipulativos, bem como da pesquisa de campo e dos trabalhos em grupo, porque estas metodologias têm profunda relação com a aprendizagem, afinal, quanto maior for a interação produtiva maior será a aprendizagem e, também, maior será a chance de uma educação para equidade. O objetivo de uma pedagogia equitativa é a busca pela justiça educacional que ocorre apenas quando o ambiente e as experiências educativas são organizadas para otimizar a aprendizagem centrada nos estudantes, nas interações e nas participações equitativas. Portanto, no contexto de utilização de metodologias participativas surge a necessidade de discutir: Como promover a equidade nas aprendizagens, no caso deste livro, nas Engenharias.

Seguindo esse fio condutor, o presente segundo volume nasceu em decorrência de dois desejos. O primeiro, de promover a equidade nas aprendizagens e, o segundo de, assim, nos tornamos professores melhores, livrando-nos da ideia de que sabemos mais e, por isso, devemos ensinar aos estudantes. Muito pelo contrário, a ideia que permeia nosso trabalho em sala de aula – e nos relatos desse livro – é a de promover situações pedagógicas para que o estudante construa sua aprendizagem e possa contribuir com a construção de seus pares. Nessa caminhada, seguimos mudando nossos conceitos e práticas, fomos pacientes e buscamos entender que nem todos estavam no mesmo ponto de mudança. Assim pesquisas foram feitas, conhecimentos foram produzidos e, por esse motivo, devem ser comunicados a todos. É com muita satisfação que apresentamos o segundo volume de Significação de Conceitos na Construção da Aprendizagem, ricamente ilustrado.

Os capítulos que compõem esse volume foram organizados e editorados, pelo Professor Dr. Pedro Prates Valério e pela Profª MSc. Margarete Aparecida Pereira. Ressalta-se que a maioria dos trabalhos aqui apresentados foi aprovada para um dos maiores congressos de Educação Engenharia da América Latina, o COBENGE, realizado pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge). Após esse evento, motivados em divulgar o conhecimento produzido, adaptamos e ampliamos os textos para compor este volume.

O capítulo 1 "Impressão 3D de obra de arte para educação patrimonial – uma experiência de extensão universitária", de Duarte et al., discute a deficiência visual como uma condição que afeta milhões de pessoas no Brasil e no mundo. Indica que na linha de aplicação e de prestação de serviços, a academia também é capaz de gerar a curricularização da Extensão no ensino superior brasileiro, estabelecida pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), com a obrigatoriedade de 10% da carga horário do aluno em atividades extensionistas. Assim, no âmbito do trabalho, permitem-se atividades integradas entre tecnologia, cultura e inclusão. A obra de arte "A má notícia" de Belmiro de Almeida (1858-1935), acervo do Museu Mineiro, foi impressa em 3D com filamento ABS e utilizada em ações para a comunidade. Os quadros levaram centenas de alunos do ensino fundamental e do ensino médio à uma experiência de inclusão e educação patrimonial.

O capítulo 2 "Importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias", de Zambiasi et al., apresenta uma reflexão sobre quais cursos de especialização existem para os alunos da engenharia e em quais setores podem atuar. Aponta que os currículos acadêmicos nem sempre refletem totalmente as demandas e desafios reais do mundo da trabalhabilidade. Explica que, ao ouvir as experiências de egressos, os alunos podem ter uma noção mais concreta de como é trabalhar na área de engenharia e quais são as habilidades práticas necessárias e as expectativas dos empregadores. Defende que o compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias possibilita uma conexão com a realidade profissional, no aprendizado com erros e desafios superados, no networking e nas oportunidades de estágio/emprego, na inspiração e motivação dos estudantes, além de fornecer feedback e conselhos práticos para o desenvolvimento profissional dos futuros engenheiros.

O capítulo 3 "Engenharia e sociedade: estudo de caso envolvendo a ONG Engenheiros sem Fronteira Núcleo BH, a sociedade e a parceria com as engenharias e o ENGINEERING LAB UNA CDU", de Prates-Valério et al. salienta que a extensão universitária desempenha um papel fundamental nos cursos de engenharia, pautada também pelo potencial da relação dialética e dialógica entre academia e sociedade. As atividades extensionistas seguem as orientações contidas na Resolução MEC/CNE/CES nº 7 de 2018, que estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024 e dá outras providências. Neste âmbito, contextual, o poder que emana dos programas e parcerias com base de engajamento, culmina em multiplicação, com impacto positivo, também para as escolas e para a sociedade. O capítulo se desenvolve a partir da apresentação de relatórios de Projetos realizados no contexto da engenharia popular, enriquecidos pela interface estabelecida com o Engineering Lab (Lab temático / Hub de inovação) da Cidade Universitária Una, em Belo Horizonte. Elucidam-se novas possibilidades de projetos, para ampliar impactos no entorno, possibilitando reverberação da extensão aplicada, com resolução de problemas reais, e formação de novas lideranças, entre estudantes de Engenharia, para a contemporaneidade e para o futuro.

O capítulo 4 "Ensino dual como uma possibilidade na formação brasileira – engenharia e indústria", de Duarte et al., apresenta o ensino dual como uma modalidade que possibilita formação de estudantes em espaços distintos. Salienta que, nas empresas, o aprendiz recebe formação prática, complementada por formação teórica - na escola profissional. Informa que no Brasil, considerando-se formação integral em áreas distintas, o modelo surge frente a realidades contemporâneas, repercutindo empregabilidade e integração entre universidade e mundo do trabalho, com valorização de competências.

Cita que no âmbito das engenharias, observam-se desafios relacionados às conexões entre teorias e aplicabilidades, enaltecem os sistemas integrados de retroalimentação, impactando na formação de profissionais aptos a solucionar desafios reais contemporâneos.

O capítulo 5 “Soluções industriais a partir do monitoramento remoto de energia”, de Prates-Valério et al., enaltece que a evolução tecnológica e a utilização dos processos, de acordo com o conceito da Indústria 4.0, tornaram os sistemas produtivos mais inteligentes. Informa que esse desenvolvimento fez com que as empresas buscassem formas otimizadas de gerenciar suas perdas energéticas, inclusive por meio de novas tecnologias, novos hábitos e novas rotinas de trabalho. Relata que há uma tendência na substituição de medidores eletrônicos, contextualizados no capítulo, por medidores digitais automatizados, com o objetivo de maior precisão e leitura remota, o que permite a identificação de desperdícios e pontos de fugas energéticas, possibilitando assim, a correção do sistema. Discute-se a necessidade de diversificação do sistema energético, aliada a ações de eficiência energética e ESG.

O capítulo 6 “Desenvolvimento de sistema para otimização da gestão de processos”, de Vilaça et al., explica que a gestão de processos por meio de softwares organizacionais tem ganhado destaque em diversos segmentos, o que incrementa potencialmente a eficiência nos serviços, ao mesmo tempo que tende à redução de custos, com aumento de eficiência e sustentabilidade, através da padronização e integração. Reflete que a falta de conhecimento e compreensão do fluxo produtivo, ou mesmo a falta de capital intelectual para uma reestruturação adequada dos processos, costumam impedir a transição digital e a modernização de processos para micro e pequenas empresas no Brasil. Tem como objetivo apresentar a adaptabilidade de um software de gestão que permite a compra e o controle de estoque e produção para uma indústria têxtil localizada no estado de Minas Gerais.

O capítulo 7 “Contextos para a Resolução MEC/CNE/CES nº 7, de 18 de dezembro de 2018: Extensão Universitária e projetos realizados nas Engenharias“, de Pereira; Zambiasi; Duarte; Moura e Prates-Valério, aborda o papel da extensão universitária nos cursos de engenharias. Ressalta que a relação dialética entre academia e sociedade, por meio de programas e cursos, com base em engajamento discente e docente, potencializando atividades extensionistas, visam ao desenvolvimento e formação integral de indivíduos cidadãos e profissionais, também considerando aplicação de conhecimento técnico-científico, em benefício da comunidade.

O capítulo 8 “Estudo e aplicação da metodologia BIM em residência unifamiliar”, de Zambiasi et al., narra a aplicação do BIM-5D na elaboração de projetos, planejamento e orçamento de residência caracterizada como unifamiliar. Apresentam-se etapas executivas, software utilizado e premissas do BIM, informando o amadurecimento dos projetos civis, elétricos e hidráulicos. Dado o contexto, destaca a possibilidade de elaboração de cronograma com o detalhamento de atividades a serem executadas, assim como orçamento a partir de tabelas extraídas do banco de dados do software REVIT. Relata que a compatibilização de dados, como projetos, planejamento e orçamento, demonstram no BIM-5D a importância dessa metodologia, assim como as vantagens e desvantagens de sua utilização, inclusive por estudantes em formação.

O capítulo 9 “Compartilhando experiências com profissionais do setor: a vivência enriquecedora de estudantes de engenharia civil na disciplina de estradas e drenagem” Zambiasi et al., trata da missão da educação no estímulo à coesão entre estudantes, em prol de esforços colaborativos. Relata que o sistema educativo deve proporcionar uma aprendizagem com significado, cultivando um senso de propósito e autonomia, capacitando os indivíduos para tomarem ações informadas e deliberadas, e que a integração entre teoria e prática deve seguir a ser cada vez mais valorizada. Apresenta contribuições para uma compreensão mais profunda de como a vivência compartilhada por profissionais enriquece a formação de futuros engenheiros civis, ao conferi-los o potencial de serem catalisadores da mudança em prol de um futuro mais equitativo e ecologicamente equilibrado.

O capítulo 10 “Drenagem Urbana: execução de infraestrutura vegetal e ampliação de calha de córrego contra enchentes no município de Betim/MG”, de Ercan et al., informa que mediante o crescimento urbano, demasiado, da população, percebem-se inúmeros impactos socioambientais gerados na infraestrutura urbana. Destaca que s eventos hidrológicos se intensificam, com incrementos de probabilidade de acontecimentos que podem incluir inundações, peculiares da concentração da água da chuva não absorvida na superfície. Busca sanar questões relacionadas a períodos chuvosos, abordando a metodologia qualitativa descritiva. Assim, desenvolve-se por meio de um estudo de caso, no município de Betim/MG, no bairro Senhora de Fátima, considerando a área passível de inundação – idealizada no Plano de Contingência da Defesa Civil, do município. Demonstra a viabilidade da implantação da infraestrutura vegetal aplicada à drenagem urbana, bem como a necessidade de execução de obras de recuperação e ampliação da calha de córrego, visando amenizar perdas e danos colaterais, como medida preventiva contra áreas passíveis de inundação.

O capítulo 11 “Bioquímica cervejeira e bioprocessos para futuros engenheiros químicos: o conhecimento em ação”, de Pereira et al., afirma que a educação na sociedade da informação, além de facilitar o acesso à formação baseada na aquisição de conhecimentos, deve permitir o desenvolvimento de habilidades como a seleção e o processamento de informações, autonomia, capacidade de tomar decisões, polivalência, flexibilidade, entre outras. Reforça que as Diretrizes Curriculares Nacionais garantem maior dinamismo e autonomia, inclusive estimulando metodologias ativas, com solução de problemas concretos, em atividades e conhecimentos interdisciplinares. Busca-se compreender a relevância de tópicos especiais, por meio de propostas de operação e adequações metodológicas, no sentido da potencialização e construção da aprendizagem, no âmbito de componentes curriculares que se relacionem à Engenharia, Bioprocessos e Produção Cervejeira.

O capítulo 12 “Mecanismos de formação de dicetonas vicinais e sua influência na qualidade sensorial das cervejas: uma revisão”, de Pereira et al., ressalta que, pelo Decreto nº 6.871, de 2009, a cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir de levedura de cerveja, mosto de cevada maltada ou extrato de malte, previamente submetida a um processo de cozimento com adição de lúpulo ou extrato de lúpulo – neste caso parte do a cevada maltada ou o extrato de malte podem ser parcialmente substituídos por um adjunto de cerveja. Cita que a qualidade da cerveja artesanal está diretamente ligada à presença de diversos compostos químicos, que são produzidos durante as diversas etapas do processo. Considera o exigente mercado consumidor, a popularidade mundial, a variedade de compostos presentes nas cervejas, e apresenta, com base na literatura, as principais variáveis de processo que favorecem a produção de diacetil e 2,3 - pentadiona e sua influência na qualidade organoléptica das cervejas. Traz a autonomia discente, e a aproximação entre universidade e indústria, como pontos altos da construção do conhecimento aplicado.

O capítulo 13 “Análise comparativa do potencial de adsorção das cascas de banana e laranja no tratamento do cromo hexavalente em efluentes industriais”, de Verediano et al., aborda questões globais atreladas à gestão de resíduos agroindustriais, destacando a importância de se encontrarem soluções sustentáveis para o gerenciamento. Concentra-se na aplicação de cascas de banana e laranja como biossorventes, para remoção de cromo hexavalente de efluentes industriais. Analisa que resíduos agroindustriais podem ser alternativas sustentáveis para o tratamento de efluentes contaminados, fomentando estudos que venham a contribuir para práticas ambientais mais responsáveis, econômicas e sustentáveis.

O capítulo 14 “O papel do engenheiro químico na seleção de aditivos químicos utilizados na cimentação de rejeitos radioativos gerados em reatores do tipo PWR”, de Vieira et al., relata efeitos de aditivos químicos no processo de cimentação de rejeitos radioativos. Esclarece que estes aditivos são utilizados para melhorar propriedades da pasta e do produto solidificado e que há considerável variedade destes materiais no mercado, contudo, frequentemente alterados ou simplesmente excluídos. Nesse contexto, salienta ser essencial conhecerem-se os aditivos disponíveis comercialmente e seus efeitos. Explica que os resultados do estudo desenvolvido no capítulo mostram que a adição de aceleradores melhora a resistência à compressão dos produtos cimentadas. Destaca-se, neste capítulo também, o trabalho colaborativo realizado pelos estudantes, sempre envolvidos.

O capítulo 15 “Aprendizagem ativa em engenharia: desenhando uma prática pedagógica interdisciplinar utilizando o ensino com pesquisa”, de Pereira e Anjos, relata que nos últimos anos percebem-se mudanças significativas nas abordagens que fundamentam o processo de ensino e aprendizagem e que, na atualidade, as aulas trazem propostas metodológicas para melhorar a aprendizagem unindo o ensino e a pesquisa, por meio da interdisciplinaridade. Destaca que a aprendizagem ativa apresenta, como premissa, a participação efetiva dos discentes para a realização de um trabalho interativo e colaborativo. Relata uma experiência realizada com duas disciplinas do segundo semestre do curso de Engenharia de Produção Civil, em Universidade Pública do Estado da Bahia, atividade na qual os estudantes pesquisaram sobre edificações nas diversas regiões do Brasil, destacando a relevância dessas obras para área profissional envolvida, e para a sociedade.

SUMÁRIO

Capítulo 1: Impressão 3D de obra de arte para educação patrimonial – uma experiência de extensão universitária 18

Madrith Sthel Costa Duarte, Pedro Prates Valério, Daniel Lopes, Alisson Valentim de Freitas, Clarissa Ana Zambiasi, Fernanda Cristina Verediano, Hugo Vilaça Lima, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Margarete Aparecida Pereira, Orlando Gama da Silva Junior, Vanessa Mota Vieira, Welder Rodrigo Vicente

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.01

Capítulo 2: Importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias 30

Clarissa Ana Zambiasi, Madrith Sthel Costa Duarte, Fernanda Cristina Verediano, Hugo Vilaça Lima, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Orlando Gama da Silva Junior, Margarete Aparecida Pereira, Pedro Prates Valério, Vanessa Mota Vieira

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.02

Capítulo 3: Engenharia e sociedade: estudos de caso envolvendo a ONG Engenheiros sem fronteiras núcleo BH, a sociedade e a parceria com as engenharias e o Engineering Lab UNA CDU 41

Pedro Prates Valério, Madrith Sthel Costa Duarte, Hugo Vilaça Lima, Jade Alves Pereira, Igor Luiz dos Santos Noce, Samuel França Duarte, Roberto Barbosa Santos, Pedro Henrique Salgado Carvalho, Geovanna Gabrielle Barbosa de Paula, Lorena Paula dos Santos, Clarissa Ana Zambiasi, Fernanda Cristina Verediano, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Margarete Aparecida Pereira, Orlando Gama da Silva Junior, Vanessa Mota Vieira

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.03

Capítulo 4: Ensino dual como uma possibilidade na formação brasileira – engenharia e indústria 53

Pedro Prates Valério, Flávio Augusto Rezende Calado, Juliana Lopez de Oliveira, Madrith Sthel Costa Duarte

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.04

Capítulo 5: Soluções industriais a partir do monitoramento remoto de energia 62

Pedro Prates Valério, Hugo Vilaça Lima, Hugo Leandro Tomaz Rangel, Margarete Aparecida Pereira, Davidson Andreoni Rocha, Clarissa Ana Zambiasi, Pedro Henrique Salgado Carvalho, Geovanna Gabrielle Barbosa de Paula, Lorena Paula dos Santos, Orlando Gama da Silva Junior, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Madrith Sthel Costa Duarte, Vanessa Mota Vieira

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.05

SUMÁRIO

Capítulo 6: Desenvolvimento de sistema para otimização da gestão de processos ... 68

Pedro Prates Valério, Hugo Vilaça Lima, Hugo Leandro Tomaz Rangel, Margarete Aparecida Pereira, Davidson Andreoni Rocha, Clarissa Ana Zambiasi, Pedro Henrique Salgado Carvalho, Geovanna Gabrielle Barbosa de Paula, Lorena Paula dos Santos, Orlando Gama da Silva Junior, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Madrith Sthel Costa Duarte, Vanessa Mota Vieira

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.06

Capítulo 7: Contextos para a Resolução MEC/CNE/CES Nº 7, de 18 de dezembro de 2018: extensão universitária e projetos realizados nas engenharias..... 75

Pedro Prates Valério, Paulínia Lataliza França Moura, Margarete Aparecida Pereira, Clarissa Ana Zambiasi, Madrith Sthel Costa Duarte

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.07

Capítulo 8: Estudo e aplicação da Metodologia BIM em residência unifamiliar 92

Clarissa Ana Zambiasi, Fábio Miranda de Andrade, Thainá de Paula Azevedo Santos, Natalli Rocha de Amorim, Madrith Sthel Costa Duarte, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Fernanda Cristina Verediano, Hugo Vilaça Lima, Pedro Prates Valério, Margarete Aparecida Pereira, Larissa Camilo de Souza Lima e Silva, Vanessa Mota Vieira, Orlando Gama da Silva Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.08

Capítulo 9: Compartilhando experiências com profissionais do setor: a vivência enriquecedora de estudantes de engenharia civil na disciplina de estradas e drenagem 105

Clarissa Ana Zambiasi, Wilson Reis Junior, Madrith Sthel Costa Duarte, Fernanda Cristina Verediano, Hugo Vilaça Lima, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Orlando Gama da Silva Junior, Margarete Aparecida Pereira, Pedro Prates Valério, Vanessa Mota Vieira

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.09

Capítulo 10: Drenagem urbana: execução de infraestrutura vegetal e ampliação de calha de córrego contra enchentes no município de Betim MG..... 112

Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Lorrainy Larissa Folgado Moreira, Mirla Laura de Oliveira Antunes, Gabriel Antunes Marques, Fernanda Cristina Verediano, Clarissa Ana Zambiasi, Margarete Aparecida Pereira, Hugo Vilaça Lima, Madrith Sthel Costa Duarte, Orlando Gama da Silva Junior, Pedro Prates Valério, Vanessa Mota Vieira

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.10

SUMÁRIO

Capítulo 11: Bioquímica cervejeira e bioprocessos para futuros engenheiros químicos: o conhecimento em ação 125

Margarete Aparecida Pereira, Pedro Prates Valério, Madrith Sthel Costa Duarte, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Clarissa Ana Zambiasi, Fernanda Cristina Verediano, Hugo Vilaça Lima, Orlando Gama da Silva Junior, Vanessa Mota Vieira

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.11

Capítulo 12: Mecanismos de formação de dicetonas vicinais e sua influência na qualidade sensorial das cervejas: uma revisão 136

Margarete Aparecida Pereira, Yuri Agostini Randi Oliveira, Raphaela Francisca Januária Teodoro Oliveira, Madrith Sthel Costa Duarte, Pedro Prates Valério, Clarissa Ana Zambiasi, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Fernanda Cristina Verediano, Hugo Vilaça Lima, Vanessa Mota Vieira, Orlando Gama Silva Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.12

Capítulo 13: Análise comparativa do potencial de adsorção das cascas de banana e laranja no tratamento do cromo hexavalente em efluentes industriais 146

Fernanda Cristina Verediano, Hortênsia Maria Ribeiro, Hellen Camila de Almeida Barbosa, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Madrith Sthel Costa Duarte, Clarissa Ana Zambiasi, Margarete Aparecida Pereira, Hugo Vilaça Lima, Orlando Gama da Silva Junior, Pedro Prates Valério, Vanessa Mota Vieira

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.13

Capítulo 14: O papel do engenheiro químico na seleção de aditivos químicos utilizados na cimentação de rejeitos radioativos gerados em reatores do tipo PWR 158

Vanessa Mota Vieira, Pedro Prates Valério, Margarete Aparecida Pereira, Madrith Sthel Costa Duarte, Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan, Clarissa Ana Zambiasi, Fernanda Cristina Verediano, Hugo Vilaça Lima, Orlando Gama da Silva Junior

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.14

Capítulo 15: Aprendizagem ativa em engenharia: desenhando uma prática pedagógica interdisciplinar utilizando o ensino com pesquisa..... 169

Tânia Regina Dias Silva Pereira, Telma Dias Silva dos Anjos,

DOI: 10.36229/978-65-5866-395-9.CAP.15

Capítulo 1

Impressão 3D de obra de arte para educação patrimonial – uma experiência de extensão universitária

Madrith Sthel Costa Duarte
Pedro Prates Valério
Daniel Lopes
Alisson Valentim de Freitas
Clarissa Ana Zambiasi
Fernanda Cristina Verediano
Hugo Vilaça Lima
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Margarete Aparecida Pereira
Orlando Gama da Silva Junior
Vanessa Mota Vieira
Welder Rodrigo Vicente

Resumo: A deficiência visual é uma condição que afeta milhões de pessoas no Brasil e no mundo, limitando sua capacidade de ver com clareza e precisão. Na linha de aplicação e prestação de serviço que a academia é capaz de gerar, a curricularização da Extensão no ensino superior brasileiro estabelecida pelo MEC com a obrigatoriedade de 10% da carga horário do aluno em atividades extensionistas, permite atividades integradas entre tecnologia, cultura e inclusão. No presente trabalho a obra de arte "A má notícia" de Belmiro de Almeida (1858-1935) acervo do Museu Mineiro, foi impresso em 3D com filamento ABS e a obra utilizada em ações para a comunidade. Os quadros levaram 16 alunos do ensino fundamental e 340 do ensino médio à uma experiência de inclusão e educação patrimonial. Entre os alunos de ensino superior foram avaliados os impactos na formação por meio da extensão. Os alunos de Engenharia Mecânica são os que apresentam maior conhecimento da impressão 3D antes do projeto e os de Engenharia de Produção o menor. Por outro lado, os alunos de Engenharia de Produção e Controle e Automação são os que apresentaram maior conhecimentos sobre a comunidade impactada após o projeto, e os que mais aprenderam sobre educação patrimonial.

Palavras-chave: Educação patrimonial, impressão 3D, engenharia, extensão acadêmica.

1. INTRODUÇÃO

A deficiência visual é uma condição que afeta milhões de pessoas no Brasil e no mundo, limitando sua capacidade de ver com clareza e precisão. O Instituto Louis Braille relata que segundo dados do IBGE de 2010, 23,9% da população brasileira declarou ter algum tipo de deficiência, sendo a visual a mais comum, atingindo 3,5% dos habitantes. Isso significa que mais de 6,5 milhões de brasileiros têm alguma dificuldade permanente de enxergar, mesmo usando óculos ou lentes. No âmbito mundial, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que cerca de 1,3 bilhão de pessoas vivam com alguma forma de deficiência visual, sendo 36 milhões cegas e 217 milhões com baixa visão.

A deficiência visual tem um impacto significativo na qualidade de vida das pessoas afetadas, podendo comprometer sua autonomia, sua educação, seu trabalho e sua participação social. Por isso, é fundamental promover a prevenção, o diagnóstico precoce e o tratamento adequado das condições que afetam a visão, bem como garantir a reabilitação visual e a inclusão das pessoas com deficiência visual na sociedade.

A inclusão das pessoas cegas ou de baixa visão em ambientes de formação se torna um desafio no que diz respeito a acessibilidade pois demanda investimento e tempo de aplicação. Apesar das dificuldades o acesso à cultura e arte para essas pessoas vem aumentando nos últimos anos. Exemplo disso é a experiência criada pela empresa 3D Photoworks que utilizou a manufatura aditiva para realizar a representação tátil de quadros famosos como a Mona Lisa, de Leonardo da Vinci segundo Figura 1, o Retrato de Dr. Gachet, de Van Gogh e Washington Atravessando o Delaware, de Emanuel Leutze. (Época Negócios, 2019).

Figura 1: Imagem em 3D da Obra Mona Lisa, de Leonardo da Vinci

Fonte: British Broadcasting Corporation (2019).

A impressão 3D como tecnologia de aproximação das pessoas cegas da arte ainda é um desafio para Museus no Brasil que não contam com tal tecnologia uma vez que seus laboratórios se destinam, geralmente, a recuperação e restauro de obras originais. Já bastante difundida nos grandes centros urbanos e na indústria a tecnologia vem

apresentando avanços no que tange ao acesso. Também denominada Manufatura Aditiva, a impressão 3D originalmente aconteceu com filamentos de polímeros pela tecnologia AFT e atualmente possui técnicas de impressão de metais, alimentos e materiais de construção civil.

A necessidade de formação de mão de obra capaz de utilizar essas novas ferramentas para diferentes finalidades, passa pela formação acadêmica e está mais ligada às áreas das engenharias e tecnologia.

Na formação profissional os desafios atuais ligados a ressignificação do conhecimento e senso de utilidade demandam das instituições de ensino superior novos espaços de formação e interlocuções nos espaços da sociedade. Na linha de aplicação e prestação de serviço que a academia é capaz de gerar para a população, sobretudo no Brasil com as demandas urgentes que se apresentam nas grandes desigualdades sociais, a RESOLUÇÃO Nº 7, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2018 do MEC que estabelece diretrizes para a Extensão no ensino superior brasileiro, traz como uma das premissas a obrigatoriedade de 10% da carga horário do aluno em atividades extensionistas.

A Extensão deve ser indissociável do ensino e pesquisa, e considerando o papel social da academia, o ensino superior precisa atender as demandas sociais e não ter o seu fim em si mesmo (LUZ e BOCACIO, 2018).

Assim, o presente trabalho apresenta uma possibilidade de utilização da impressão 3D nos espaços de educação e cultura, trazendo alternativas à divulgação científica para diferentes níveis escolares e faixas etárias somados à educação patrimonial e inclusão da pessoa cega.

2. DENSENVOLVIMENTO DO PROJETO

2.1. A OBRA A MÁ NOTÍCIA

Constituída no âmbito do Governo de Minas Gerais, no início da década de 1970, por iniciativa da esposa do governador Israel Pinheiro, D. Coracy Uchoa Pinheiro, a Pinacoteca do Estado foi aberta ao público no dia 2 de março de 1971, em uma sala do Palácio da Liberdade, local este que funcionou como residência oficial de diversos chefes do Executivo Estadual. A coleção artística organizada à época, atualmente constitui o patrimônio do Museu Mineiro situado no Circuito Liberdade na cidade de Belo Horizonte, um dos maiores circuitos culturais do mundo (SECULT, 2015).

Paisagens e retratos datados do final do século XIX até meados do século XX, com potencial para estudos acadêmicos, estão expostos, na Sala Multiuso do Museu Mineiro, com especial atenção para a tela em destaque na mostra, “A Má Notícia”, do artista mineiro Belmiro de Almeida (1858-1935). A obra expressa a emoção de uma jovem mulher após receber uma carta com tarja preta, expressando luto.

A data do quadro, 1897, remete ao ano em que a capital de Minas Gerais mudou de Ouro Preto para Belo Horizonte, fato que deu margem à interpretação popular de que a má notícia, descrita na carta, se referia a mudança da capital. Belmiro de Almeida esteve em Ouro Preto às vésperas da transferência oficial da Capital, a onde levou a tela, feita em Paris, para exibir na cidade histórica. A Figura 2 ilustra o quadro mineiro, em questão, em óleo sobre tela (1,67 x 1,68 cm), exposta no acervo do Museu Mineiro, em Belo Horizonte, Minas Gerais. A obra tem inspiração semelhante a outras telas do artista, que retratou as

dores femininas em diferentes momentos, e obteve ótima repercussão no período, considerando a alta frequência de visitação do público (SECULT, 2015).

Figura 2: Quadro *A Má Notícia*, de Belmiro de Almeida (pintado em 1897)

Fonte: Acervo do Museu Mineiro (2023).

Na concepção estrutural da formação dos indivíduos em âmbito escolar, ou fora dele, é importante compreender que a produção artística é parte integrante de um momento histórico e social específicos, e que os sentidos adquiridos pela imagem podem variar drasticamente em função das variantes "tempo" e "espaço". Esse processo educa para a não naturalização do olhar (CAPICHONI, 2016).

Pela importância histórica do quadro para a cidade, a obra foi escolhida para a realização da experiência de impressão 3D uma vez que a pessoa com deficiência visual amplia seu repertório cultural e se apropria deste espaço, quando no lugar de uma audiodescrição, este pode tocar a obra e realizar a sua própria interpretação. Para estudantes de engenharia a prática profissional pode ser mais bem exercida no futuro, se esse indivíduo reconhece a importância de arte e cultura também como elementos de formação da sociedade.

2.2. MODELAGEM E IMPRESSÃO 3D DA OBRA

Para produção da obra a modelagem foi realizada a partir de imagem fotográfica retirada no Museu Mineiro, com fonte de iluminação própria do ambiente. A imagem foi impressa com filamento de polímero termoplástico ABS (Copolímero Acrilonitrila Butadieno Estireno) que é uma das matérias-primas mais utilizadas em impressão em 3D por possuir características técnicas satisfatórias à tecnologia. A coloração do filamento foi a branca sem a necessidade de modificação de cor. Foram impressas seis obras no tamanho 20 x 20cm. Esse tipo de impressora 3D de alta precisão se baseia na extrusão de plástico para formar objetos principalmente nos segmentos automotivo e de produtos eletrônicos.

Figura 3: Impressão 3D da obra A Má Notícia (dimensões: 20 cm x 20 cm), em ABS

Fonte: Autores (2024).

A impressão, ilustrada pela Figura 3, foi realizada pela empresa parceira do Centro Universitário Una, 3D Lopes, com apoio financeiro da parceria acadêmica com o Museu Mineiro. O tempo de duração entre modelagem e impressão foi de 30 dias a partir do fechamento de parceria do projeto.

2.3. PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES EXTENSIONISTAS E COMUNIDADE

A Extensão Universitária é vivenciada em diferentes modalidades, a saber: programas, projetos, cursos e eventos, podendo ocorrer na modalidade presencial, virtual síncrono, ou de forma híbrida. A diferença entre as modalidades está compreendida no aspecto tempo de duração, abrangência da comunidade e objetivos pedagógicos.

A atividade descrita nesse trabalho tem o caráter de projeto de extensão, com prazo determinado para um semestre letivo, podendo ser renovado por mais um período. Possui um conjunto de ações contínuas de caráter educativo, social, cultural, científico e tecnológico. O projeto foi iniciado no ano de 2022 no mês de agosto com 50 alunos participantes de diferentes cursos e períodos formativos das oito engenharias ofertadas pela instituição Centro Universitário Una. Os encontros aconteceram de forma híbrida, com reuniões semanais para estudo e compreensão da obra, formação relacionada a manufatura aditiva e reuniões de planejamento para intervenção social.

Encontros presenciais foram realizados para atividades relacionadas a produção dos kits educacionais que carregam a obra impressa similar ao transporte de obras de arte de museus. A experiência realizada com público externo foi composta por 340 estudantes de ensino médio, faixa etária de 17 anos, provenientes de escolas públicas estaduais da região metropolitana da cidade de Belo Horizonte, que tiveram acesso a uma dinâmica em formato de visita com duração de 15 minutos. Grupos de estudantes em turmas de até 20 integrantes recebiam o desafio de, assim como a pessoa cega, tentar identificar a obra de arte utilizando apenas o tato. O local da realização da atividade foi nas dependências do Centro Universitário Una, como parte das atividades de Mostra de Profissões. Em outro momento a atividade foi realizada com grupo de 16, faixa etária de 11 anos, com a proposta incluindo também a visita ao Museu Mineiro para acesso a obra original. A diferença entre as duas propostas foi considerada nos aspectos de linguagem e ordem de prioridade dos temas abordados na dinâmica de apresentação. Os temas trabalhados se encontram descritos na Tabela 1, por ordem de prioridade.

Quadro 1: Temas trabalhados com os alunos em atendimentos da extensão

Público ano escolar	Tema 1	Tema 2	Tema 3
Ensino fundamental	Pessoa cega	História da obra	Impressão 3D
Ensino Médio	Pessoa cega	Impressão 3D	História da obra

Fonte: Autores (2024).

Para alunos do ensino médio a atividade incluiu diálogo sobre a impressão 3D como ferramenta para transformação social. A inclusão da pessoa cega nos espaços de cultura foi tema secundário da apresentação.

Para o público de ensino fundamental o tema central foi relativo à inclusão da pessoa cega nos espaços de arte e na sociedade de modo geral. A visita ao Museu incluiu ainda na proposta uma abordagem na relação do uso adequado dos espaços de arte e os cuidados com o patrimônio histórico artístico e cultural da cidade.

Como forma de avaliação das ações foram observadas no público externo atendido a reação e relatos espontâneos dos estudantes. Registros fotográficos foram realizados

como forma de documentar as evidências. Não foram coletados dados pessoais dos participantes em concordância com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Em relação aos estudantes extensionistas dos cursos de engenharia participantes da montagem e execução do projeto, foram realizados encontros para o desenvolvimento das atividades ligadas ao projeto com duas possibilidades de participação: presencial e remota. De caráter híbrido a atividade remota incluiu discussão e desenvolvimento ao longo de um semestre letivo mais ligados ao planejamento e formação teórica. A presencialidade se deu para execução de tarefas no laboratório Maker e visitas guiadas na aplicação com público externo. Ao final do projeto foram avaliadas as percepções dos estudantes relativos à sua participação utilizando formulário de perguntas direcionadas quanto ao curso de engenharia que o aluno é matriculado percepção de aprendizagem relacionadas aos temas de estudo: impressão 3D, educação patrimonial e inclusão. O projeto foi renovado por mais um semestre no que se refere ao período de março a julho de 2023, com levantamento do número de participantes em continuidade. A fidelização do estudante ao projeto incluiu também questionário sobre interesse pelo tema e área de interesse para atuação possível em etapas do projeto, visando assim correlacionar o percurso formativo do estudante a seus interesses e habilidades pessoais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente estudo se realizou com efetividade, frente às condições, uma vez que o interesse pelo tema foi o fator mais bem avaliado em todos os públicos participantes, considerando-se ordem de prioridade em que os eixos temáticos foram apresentados. Os resultados na ordem presente se dão na mesma cronologia de acontecimento dos eventos para o ano de 2022 com avaliação final para os estudantes de Ensino Superior.

3.1. PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Entre o público participante na faixa etária relativa ao período escolar Ensino Médio, em média 17 anos, os estudantes fizeram relatos espontâneos sobre a dificuldade matemática e a relação de escolha a um curso de engenharia. Após a experiência, cada grupo de 20 visitantes apresentou em média 3 estudantes com curiosidade maior sobre engenharia. Em todos os casos os relatos foram de que a perspectiva em relação ao que é oferecido por estes cursos é maior do que os estudantes sabiam sobre a formação profissional. Os termos mais presentes nos diálogos foram: “melhorar a vida das pessoas”, “ser útil”, “sentir que é importante”.

Os termos observados na fala dos estudantes revelam que o interesse na escolha profissional para esse grupo, está mais vinculado ao senso de utilidade e melhoria da qualidade de vida das pessoas e não a questões ligadas a realização financeira. A Figura 4 revela um dos momentos da atividade realizada nas dependências da instituição de ensino superior mencionada.

Figura 4: Estudantes do ensino médio realizando a dinâmica de sensibilização

Fonte: Autores (2024).

A proposta apresentada em 3 eixos temáticos com sequência definida para: inclusão da pessoa cega, impressão 3D e a história da obra de arte, se mostrou eficiente pelo nível de atenção observado. O dinamismo da atividade também foi um facilitador na execução da proposta.

3.2. PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

Para os estudantes de ensino fundamental, faixa etária de 11 anos, a proposta de utilização dos eixos temáticos numa outra sequência, deixando a impressão 3D para o final, se mostrou mais eficiente uma vez que o interesse pela preservação do patrimônio histórico é a temática desenvolvida constantemente no ambiente educacional para essa idade.

A proximidade física da escola ao museu também foi um fator importante no discurso, uma vez que gera pertencimento dos espaços frequentados. A visita guiada demonstra a interação e curiosidade das crianças com o patrimônio histórico (Figura 5).

As perguntas mais observadas por essa faixa etária foi sobre como as pessoas cegas fazem para “enxergar”, sobre a possibilidade de toque as obras de arte e sobre a história do quadro A má notícia. O grupo de estudantes demonstrou então mais interesse pela educação patrimonial e inclusão em relação a tecnologia de impressão 3D, que pode ter sido favorecida pela sequência da proposta aqui apresentada.

Figura 5: Estudantes do ensino fundamental realizando a visita ao Museu Mineiro

Fonte: Autores (2024).

3.3. PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR

O projeto de extensão ofertou 50 vagas para estudantes de engenharia no ano de 2022, segundo semestre, com inscrições de 98 alunos. A prioridade para matrícula se deu por ordem de inscrição, não sendo assim possível realizar a escolha do estudante por período ou conhecimento prévio sobre o tema.

Quanto a execução, os alunos extensionistas frequentaram atividades híbridas sendo que a maior participação se deu no ambiente digital com 56% de adesão aos encontros de caráter mais formativo. Nos encontros presenciais a adesão foi de 20%. O resultado nos mostra que o caráter formador ainda é ponto importante para os estudantes e o fator deslocamento é ponto de atenção na realização de projetos extensionistas.

Quanto ao curso de origem dos estudantes a Tabela 2 revela uma maior participação para alunos de engenharia mecânica e elétrica.

Tabela 2: Distribuição percentual das engenharias dos estudantes universitários

Curso de engenharia do aluno	Percentual de alunos matriculados
Engenharia Mecânica	42%
Engenharia Elétrica	21%
Engenharia de Produção	16%
Engenharia de Controle e Automação	11%
Engenharia Química	5%
Engenharia Civil	5%

Fonte: Autores (2024).

A participação dos estudantes nas atividades presenciais foi notada mais entre os estudantes de engenharia mecânica em relação as outras engenharias. O conhecimento tácito, aquele adquirido de forma prática e de difícil transmissão teórica, foi observado na troca de experiências na utilização de ferramentas de uso industrial quando dá execução de projetos de corte e montagem de madeira.

Figura 6: Estudantes do ensino fundamental realizando a visita ao Museu Mineiro

Fonte: Autores (2024).

A Figura 6 possui o trabalho final desenvolvido pelos estudantes no laboratório Maker, com utilização do espaço e de suas ferramentas, viabilizando observação de conhecimento tácito dos discentes. Quanto as perguntas realizadas para os estudantes de engenharia de forma estruturada, a Tabela 3 apresenta as avaliações dos respondentes às respectivas perguntas.

Tabela 3: Avaliação dos estudantes extensionistas

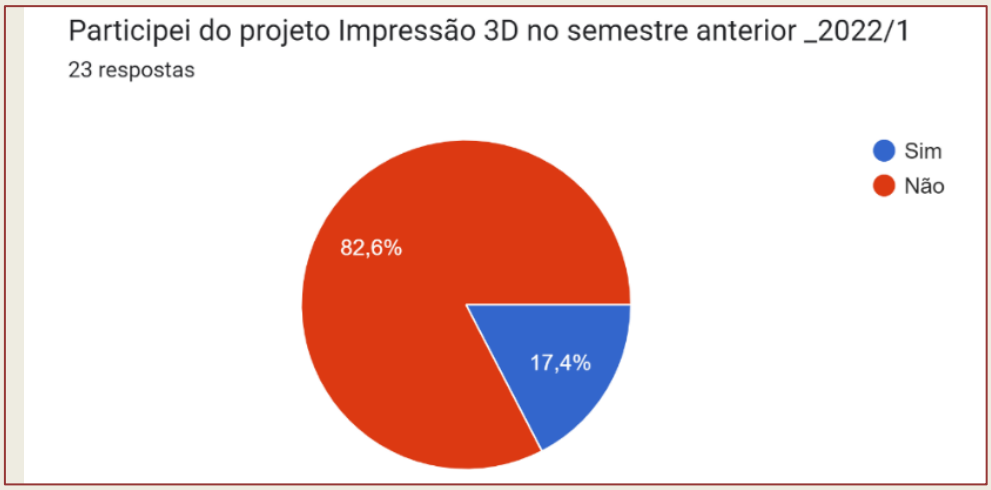
Pergunta do formulário	Média numérica respostas
De 0 a 10 (considerando 0= nada sei e 10= sei muito) dê uma nota para as informações que sabia, antes de começar o projeto, sobre manufatura aditiva/impressão 3D.	5,7
De 0 a 10 (considerando 0= nada e 10= muito) avalie o quanto você aprendeu alguma informação técnica sobre o projeto.	7,9
De 0 a 10 (considerando 0=nada e 10=muito) avalie o quanto você aprendeu sobre a comunidade a ser impactada socialmente no projeto.	8,4
De 0 a 10 (considerando 0=nada e 10=muito) avalie o quanto você aprendeu sobre a impressão 3D após o projeto.	7,5
De 0 a 10 (considerando 0=nada e 10=muito) avalie o quanto você aprendeu sobre educação patrimonial, ligado ao Museu Mineiro, e a obra de interesse do projeto	8,0

Fonte: Autores (2024).

Nota-se nas avaliações pontuadas com escala de 0 a 10 que os estudantes perceberam maior aprendizagem relacionada a Educação Patrimonial e à comunidade impactada quando comparada a aprendizagem de tecnologia de impressão 3D no total de respondentes sem considerar o curso de origem. Quanto às perguntas relacionadas ao conhecimento prévio de participação, os alunos de Engenharia Mecânica são os que apresentam maior conhecimento da impressão 3D antes do projeto e os de Engenharia de Produção o menor. Por outro lado, os alunos de Engenharia de Produção e Controle e Automação são os que apresentaram maior conhecimentos sobre a comunidade impactada após o projeto, e os que mais aprenderam sobre educação patrimonial.

Os estudantes do primeiro semestre do ano de 2023 foram avaliados previamente sobre a participação do projeto em continuidade. A Figura 7 apresenta o percentual de 17,4% de fidelização no projeto.

Figura 7: Gráfico de resposta dos estudantes no ano de 2023



Fonte: Autores (2024).

Para o formulário de interesse realizado no ano de 2023 os alunos relatam maior interesse em “técnicas de modelagem e *software* de desenhos”, “técnicas e equipamentos de modelagem”. Nesta categoria os alunos interessados pertencem aos cursos de Engenharia Mecânica e Elétrica. Quanto aos “Processos de organização e controle de projetos” (Controle de Produção) há maior número de interessados no curso de Engenharia de Produção, Química e Elétrica.

A variação do tema de interesse está intimamente ligada ao curso e as competências do egresso. Nessa perspectiva a oferta ampla de projetos de extensão são uma oportunidade também de autoconhecimento e formação integral no ensino superior.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto envolvendo tecnologia, inclusão, arte e cultura, permite uma versatilidade de aplicações para públicos diferentes. Ainda é um desafio a adesão do estudante universitário na execução do projeto uma vez que o maior público é estudante do período noturno e no período diurno já estão inseridos no mercado de trabalho. Outra observação no que tange o gerenciamento institucional, o tempo entre a identificação do não participante e a inclusão de novos estudantes gera um atraso e retrabalho na

execução de tarefas. A curricularização da extensão assim conta com desafios de gestão e processos para o sistema de ensino nacional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro do Museu Mineiro além de toda troca de experiências sobre arte e cultura. Ainda a 3D Lopes pela impressão dos quadros e ensinamentos sobre a manufatura aditiva. E por fim as escolas que disponibilizaram seus estudantes para participar da dinâmica.

REFERÊNCIAS

[1] Associação Escola Louis Braille. **Estatísticas sobre deficiência visual no Brasil e no Mundo.** Disponível em: https://louisbraille.org.br/portal/2020/04/13/estatisticas-sobre-deficiencia-visual-no-brasil-e-no-mundo/. Acesso em 22 de abril de 2023.

[2] CAPICHONI, Amanda **Tostes. Arrufos ou adultério? Debates sobre uma tela de Belmiro de Almeida**. 2016. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em História. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016. Disponível em: https://www2.ufjf.br/ppghistoria//files/2016/02/DISSERTA___O-CONCLU__DA-E-CORRIGIDA-Arrufos-ou-adult__rio-Debates-sobre-uma-tela-de-Belmiro-de-Almeida.pdf. Acesso em: 11 maio 2023.

[3] DELORS. Jacques, *et al*. **Educação, Um Tesouro a Descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI.** Brasília, Julho de 2010. Dsiponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_por

[4] Época Negócios. **Como cegos apreciam os mistérios da Mona Lisa e outras obras-primas**. Disponível em: https://epocanegocios.globo.com/Empresa/noticia/2019/09/como-cegos-apreciam-os-misterios-da-mona-lisa-e-outras-obras-primas.html. Acesso em 22 de abril de 2023.

[5] LUZ, Araisa Araújo; BOCACIO, Cristiane Barcellos. **A INDISSOCIABILIDADE DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NUMA ABORDAGEM EXTENSIONISTA: FORMAÇÃO CONTINUADA DOCENTE.** Revista Extensão e Cidadania, Vitória da Conquista, v.5, n.9, n.10, jan./dez.2018.

[6] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - **RESOLUÇÃO Nº 7, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2018.** Disponível em: RESOLUÇÃO Nº 7, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2018 - Imprensa Nacional (in.gov.br). Acesso em: 12 fev. 2023.

[7] SECULT – **Secretaria de Estado de Cultura e Turismo**. Disponível em: Secretaria de Estado de Cultura e Turismo - SECULT - “A Má Notícia”, tela de Belmiro de Almeida, de 1897, volta a ser exposta no Museu Mineiro . Acesso em: 11 maio 2023.

Capítulo 2

Importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias

Clarissa Ana Zambiasi
Madrith Sthel Costa Duarte
Fernanda Cristina Verediano
Hugo Vilaça Lima
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Orlando Gama da Silva Junior
Margarete Aparecida Pereira
Pedro Prates Valério
Vanessa Mota Vieira

Resumo: Os estudantes de engenharia muitas vezes têm dúvidas sobre qual especialização seguir ou em que setor atuar. Os currículos acadêmicos nem sempre refletem totalmente as demandas e desafios reais do mercado de trabalho. Ao ouvir as experiências de egressos, os alunos podem ter uma noção mais concreta de como é trabalhar na área de engenharia, as habilidades práticas necessárias e as expectativas dos empregadores. Objetiva-se portanto, por meio deste capítulo, destacar a importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias, explorando os benefícios dessa prática na orientação de carreira, na conexão com a realidade profissional, no aprendizado com erros e desafios superados, no networking e nas oportunidades de estágio/emprego, na inspiração e motivação dos estudantes, além de fornecer feedback e conselhos práticos para o desenvolvimento profissional dos futuros engenheiros. O estudo busca apresentar evidências e casos que sustentem a relevância do compartilhamento de experiências de egressos como uma ferramenta eficaz na formação dos estudantes, fornecendo uma base sólida para a implementação de programas e iniciativas que promovam essa prática nas instituições de ensino de engenharia.

Palavras-chave: Engenharia, networking, estágio, engenheiros.

1. INTRODUÇÃO

No atual cenário profissional, a formação acadêmica por si só não é mais suficiente para preparar os estudantes para os desafios do mercado de trabalho. É necessário ir além do conhecimento técnico e desenvolver habilidades práticas, competências não técnicas e uma compreensão mais ampla da realidade profissional. Nesse sentido, o compartilhamento de experiências de egressos emerge como uma prática relevante e enriquecedora para os alunos das engenharias.

Os egressos, profissionais que já passaram pelo percurso acadêmico e estão inseridos no mercado de trabalho, possuem vivências e aprendizados valiosos para compartilhar com os alunos. Suas experiências, desafios superados, conquistas e trajetórias profissionais podem fornecer insights práticos, orientação e inspiração para os estudantes que estão prestes a ingressar na vida profissional.

O uso da inteligência emocional na engenharia é extremamente importante, pois a engenharia envolve trabalhar em equipe, lidar com pressões e prazos, resolver problemas complexos e comunicar efetivamente com colegas, clientes e partes interessadas. A inteligência emocional desempenha um papel fundamental em todas essas áreas, visto que refere-se à capacidade de reconhecer, compreender e gerenciar as próprias emoções e as emoções dos outros.

Desde o início dos anos 90 estudos passaram a conceituar Inteligência Emocional como uma habilidade necessária para desenvolver motivações, resiliência frente às adversidades, controlar impulsos, lidar com esperas sem gerar ansiedade, equilibrar e manter o humor, ser empático e seguro de si.

Para Goleman (2012), a manutenção de profissionais com perfis emocionais negativos pode acarretar para a organização redução na produtividade, acréscimo no índice de erros e acidentes, atraso de prazos e, inclusive, a saída de outros profissionais da empresa, acarretando custos desnecessários e não previstos.

Consoante a isso, o compartilhamento de experiências de egressos é de extrema importância para os alunos das engenharias, pois oferece uma visão prática e realista do campo profissional, além de fornecer *insights* valiosos sobre as trajetórias de carreira e os desafios enfrentados pelos profissionais formados na área. Essa troca de conhecimento ajuda os estudantes a tomar decisões informadas sobre suas carreiras, preparar-se adequadamente para o mercado de trabalho e se inspirar com exemplos de sucesso.

Os estudantes de engenharia muitas vezes têm dúvidas sobre qual especialização seguir ou em que setor atuar. Ouvir as histórias de ex-alunos que trilharam caminhos diferentes pode ajudar os estudantes a explorar suas opções, entender as possibilidades de carreira e tomar decisões mais informadas. Além disso, os currículos acadêmicos nem sempre refletem totalmente as demandas e desafios reais do mercado de trabalho. Ao ouvir as experiências de egressos, os alunos podem ter uma noção mais concreta de como é trabalhar na área de engenharia, as habilidades práticas necessárias e as expectativas dos empregadores.

Os egressos podem compartilhar as dificuldades que enfrentaram ao longo de suas carreiras e como conseguiram superá-las. Essas histórias inspiradoras podem ajudar os alunos a compreender que desafios fazem parte do processo e fornecer dicas e estratégias para lidar com eles de forma eficaz.

Ainda, eventos de compartilhamento de experiências de egressos podem ser ótimas oportunidades para os alunos se conectarem com profissionais da área, estabelecerem contatos e conhecerem possíveis oportunidades de estágio ou emprego. Os ex-alunos podem fornecer informações sobre empresas, setores e até mesmo indicar vagas disponíveis. Ouvir histórias de sucesso de egressos pode inspirar os alunos, mostrando-lhes que é possível alcançar seus objetivos e ter uma carreira gratificante na engenharia. Isso pode aumentar sua motivação e determinação para enfrentar os desafios do curso e se preparar adequadamente para o mercado de trabalho.

Objetiva-se portanto, por meio deste capítulo, destacar a importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias, explorando os benefícios dessa prática na orientação de carreira, na conexão com a realidade profissional, no aprendizado com erros e desafios superados, no networking e nas oportunidades de estágio/emprego, na inspiração e motivação dos estudantes, além de fornecer feedback e conselhos práticos para o desenvolvimento profissional dos futuros engenheiros. O estudo busca apresentar evidências e casos que sustentem a relevância do compartilhamento de experiências de egressos como uma ferramenta eficaz na formação dos estudantes, fornecendo uma base sólida para a implementação de programas e iniciativas que promovam essa prática nas instituições de ensino de engenharia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Algumas teorias fornecem uma base conceitual para compreender a importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias, destacando como essa prática pode contribuir para o desenvolvimento acadêmico, orientação vocacional, inteligência emocional, construção de conhecimento e capital social dos estudantes.

2.1. TEORIA DA APRENDIZAGEM SOCIAL

A teoria da aprendizagem social, proposta por Albert Bandura, destaca a importância da observação e do compartilhamento de experiências para o desenvolvimento pessoal e profissional. Segundo essa teoria, os alunos podem aprender com os modelos de comportamento e experiências de outros, incluindo egressos da área de engenharia, assimilando suas práticas bem-sucedidas e evitando erros comuns.

Teoria cognitiva social é o nome com o qual Albert Bandura (1986) designou a teoria que ele mesmo tem vindo a desenvolver a partir da chamada teoria de aprendizagem social já defendida por neobehavioristas.

Na sua última formulação (BANDURA, 1986), a teoria cognitiva social estabelece uma ponte entre as teorias pré-cognitivas e as teorias cognitivas. Bandura foi se afastando mais e mais do comportamentismo ortodoxo vindo a incluir na sua teoria elementos relacionados com processamento de informação, autocontrolo e autodireção de pensamentos e ações. Esta aproximação das teorias cognitivas justifica a inclusão do adjetivo cognitivo na designação da sua teoria (teoria cognitiva social), que assim se separa definitivamente dos paradigmas puramente comportamentais. A exploração da teoria cognitiva social no domínio da educação tem-se revelado de grande utilidade.

A teoria cognitiva social pretende ser uma teoria compreensiva do comportamento humano. Conforme SCHUNK (1991), a teoria cognitiva social assenta em alguns pontos

básicos, tais como (a) a explicação dos processos de agência humana no quadro da reciprocidade triádica, (b) a distinção entre aprendizagem e desempenho, (c) a distinção entre aprendizagem por forma atuante e por forma vicariante, (d) a teorização da modelação, (e) a reformulação do conceito de reforço e (f) o papel da percepção de autoeficácia na motivação do comportamento.

2.2. TEORIA DA ORIENTAÇÃO VOCACIONAL

A teoria da orientação vocacional enfatiza a importância de explorar e obter informações sobre diferentes carreiras antes de fazer escolhas profissionais. O compartilhamento de experiências de egressos pode ajudar os alunos das engenharias a entender melhor as realidades e os desafios das diferentes áreas de atuação, facilitando a tomada de decisão informada e adequada aos seus interesses e habilidades.

Conforme aponta Bohoslavsky, as variáveis psicológicas e sociais têm um valor relativo na formação da identidade profissional. "A liberdade (relativa) ou a autonomia (relativa) da escolha surgirá da consciência destas determinações"(BOHOSLAVSKY, 1975). Para Bohoslavsky, a questão da liberdade estende-se a um repensar da teoria da Orientação Vocacional, da sua prática e do papel do orientador. Há que se pensar sobre a "distância que media essa liberdade aparente (do ego) e a sujeição a 3 ou 4 estruturas fundamentais da condição humana: refiro-me à estrutura social, à ideologia, aos sistemas de significação e ao inconsciente"(BOHOSLAVSKY, 1975).

“O que a orientação profissional faz é ajudar a encontrar a profissão que se encaixa em toda realidade e necessidade social, familiar, e mais importante que se encaixe na realidade psicológica da pessoa que está escolhendo sua carreira” (FAVENI, 2017).

2.3. TEORIA DA INTELIGÊNCIA EMOCIONAL

A teoria da inteligência emocional, desenvolvida por Daniel Goleman, destaca a importância do autogerenciamento emocional e do desenvolvimento de habilidades sociais para o sucesso profissional. O compartilhamento de experiências de egressos pode ajudar os alunos a desenvolverem sua inteligência emocional, ao ouvirem relatos sobre como os egressos lidaram com situações desafiadoras, enfrentaram obstáculos e cultivaram habilidades como empatia, comunicação efetiva e trabalho em equipe.

Nas organizações, com o aumento da competitividade, as pessoas tornaram-se mais ansiosas, mais aceleradas e na maioria das vezes sem equilíbrio emocional, pois focam somente na Inteligência Intelectual que é de suma importância para a vida profissional, mas deve ser alinhada com a Inteligência Emocional a fim de trazer resultados positivos não só para o colaborador, mas também para a empresa (WEISINGER, 2001).

De acordo com Cury (2008) é preciso aprender a gerenciar as emoções para lidar com as emoções que cercam todos no dia-a-dia. O autor enfatiza que não é possível compreender os sentimentos dos outros se não se sabe como lidar com os próprios sentimentos. Além disto, este autoconhecimento emocional e a gestão dos sentimentos é importante para o sucesso em todas as áreas.

A satisfação no trabalho é um fator importante para as execuções das atividades solicitadas e, desta forma, aprimora o desempenho da instituição. Desta forma, a satisfação interfere no comportamento individual, pois representa a forma como o

indivíduo se sente em relação a sua função e, também, no seu envolvimento nas diversas áreas da organização (SPECTOR, 2010).

O primeiro convívio social que uma pessoa tem é em seu ambiente familiar, sendo a família o primeiro responsável pelo seu desenvolvimento emocional (OLIVEIRA, 2015), após se tornar adulto todas as suas vivências e experiências adquiridas na infância, adolescência e juventude forjaram a sua inteligência, refletindo no seu desempenho profissional.

2.4. TEORIA DA CONSTRUÇÃO SOCIAL DO CONHECIMENTO

A teoria da construção social do conhecimento, proposta por Lev Vygotsky, enfatiza a importância do contexto social na aprendizagem e no desenvolvimento humano. Ao compartilhar suas experiências, os egressos fornecem aos alunos um contexto real e prático da engenharia, permitindo que eles construam conhecimentos mais significativos e compreendam as aplicações práticas dos conceitos estudados.

No mundo contemporâneo, é fundamental estimular a aprendizagem individual e coletiva por meio da construção do conhecimento no mundo educacional (DÖRRENBÄCHER & PERRET -CLERMONT, 2018).

De acordo com Leite *et al*., (2009) a escola é uma parte da sociedade, e qualquer mudança no sistema escolar é uma mudança na sociedade. Todo o ambiente escolar também pode ser um veículo de mudança, e não apenas aulas individuais, materiais de aprendizagem ou estratégias de ensino.

Sob a perspectiva da teoria de Vygotsky, a interação social é um elemento fundamental para o desenvolvimento humano, uma vez que permite a construção de novos conhecimentos e a formação da identidade do indivíduo (RODRIGUES, 2022).

3. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo visa combinar a coleta de dados primários por meio de encontros com egressos, com a revisão de literatura e dados secundários existentes para obter uma compreensão abrangente dos benefícios do compartilhamento de experiências de egressos. A análise dos dados coletados permitiu explorar de forma detalhada os temas emergentes e fornecer *insights* significativos para embasar as recomendações e conclusões do capítulo.

Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura acadêmica e profissional relacionada ao tema. Além disso, foi importante identificar estudos, pesquisas e casos relevantes que abordem os benefícios dessa prática, bem como as teorias subjacentes que fundamentam sua importância.

Com base nos objetivos estabelecidos, foi realizada a coleta de dados primários por meio de entrevistas semiestruturadas com egressos de diferentes áreas da engenharia. Essas entrevistas foram planejadas de forma a abordar suas trajetórias profissionais, experiências relevantes, desafios enfrentados e conselhos para os alunos.

Para a seleção dos participantes, foram definidos critérios claros, levando em consideração a diversidade de áreas de engenharia, anos de experiência profissional e diferentes trajetórias de carreira. A amostra final foi cuidadosamente escolhida para ser

representativa e proporcionar uma visão abrangente das experiências dos egressos, enriquecendo a análise dos dados coletados.

Com base na análise dos resultados, foram elaboradas recomendações práticas para instituições de ensino e profissionais envolvidos na formação de engenheiros. Essas recomendações buscam destacar a importância de programas de compartilhamento de experiências de egressos e sugerir abordagens eficazes para sua implementação. Ademais, o estudo concluiu apresentando uma síntese dos principais achados e reforçando a relevância do tema para a formação dos alunos das engenharias.

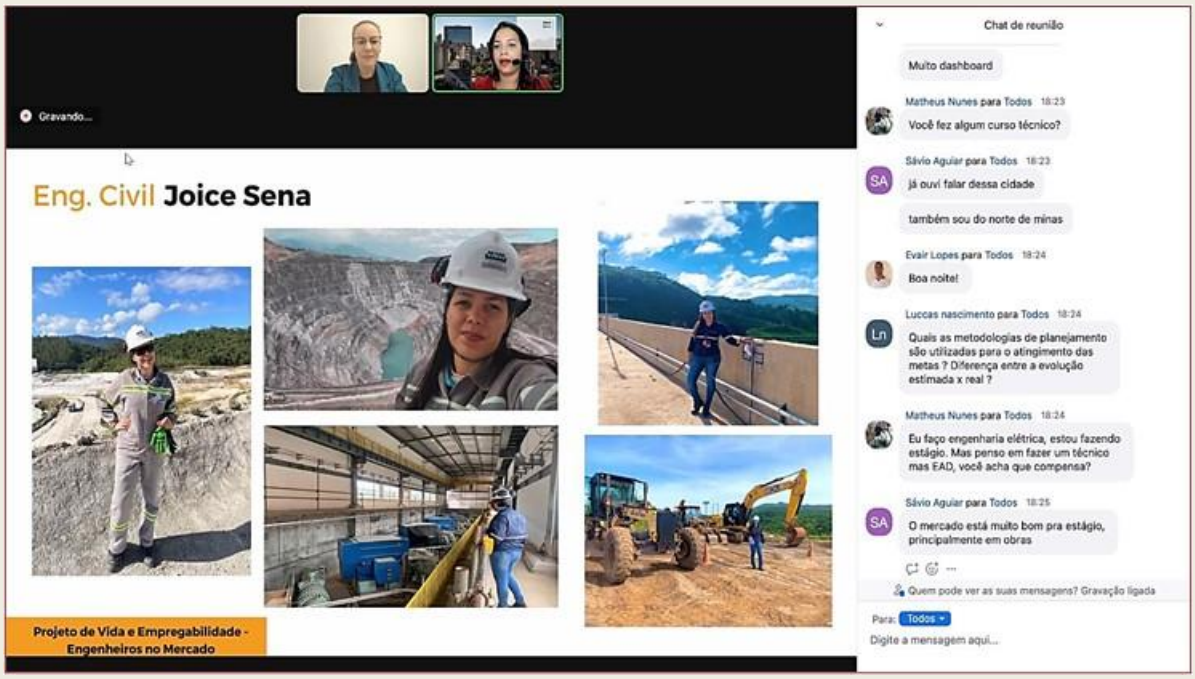
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo destacam a importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias, fornecendo insights valiosos sobre os benefícios e impactos dessa prática na formação e desenvolvimento profissional dos estudantes.

Ao longo dos encontros, os alunos relataram que o compartilhamento de experiências de egressos enriqueceu sua aprendizagem, complementando a teoria aprendida em sala de aula com exemplos práticos e reais.

Por meio da Figura 1 pode-se observar a realização de um dos encontros com os egressos.

Figura 1: Encontro com compartilhamento profissional dos Egressos



Fonte: Autores (2024).

As histórias compartilhadas pelos egressos permitiram aos alunos visualizarem a aplicação dos conhecimentos teóricos na prática, facilitando a compreensão e a internalização dos conceitos.

Estes resultados estão alinhados com a Teoria da Orientação Vocacional, que enfatiza a importância da reflexão sobre experiências práticas como uma forma eficaz de aprendizado. O compartilhamento de experiências de egressos proporciona aos alunos a oportunidade de vivenciar e refletir sobre situações do mundo real, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

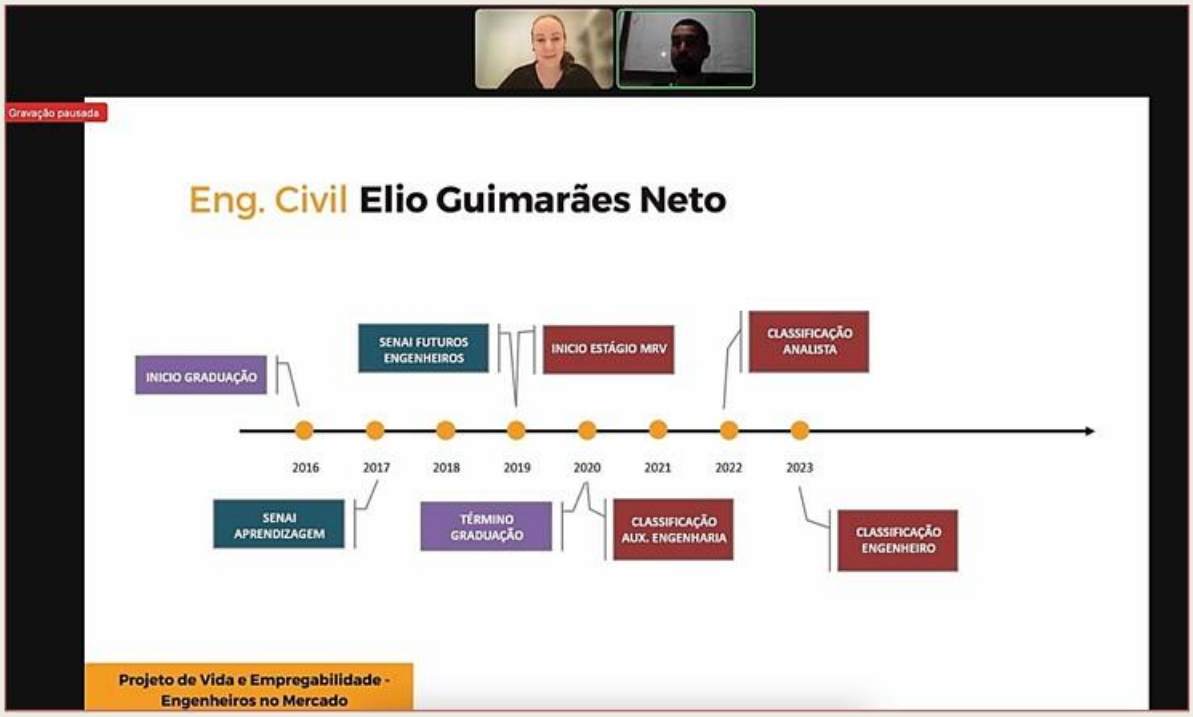
Além disso, os relatos dos egressos sobre suas trajetórias profissionais, desafios enfrentados e lições aprendidas contribuíram para orientar os alunos em relação às suas futuras carreiras, ainda de acordo com a teoria da orientação vocacional. Os estudantes relataram que o compartilhamento de experiências ajudou-os a tomar decisões mais informadas sobre seus caminhos profissionais, identificar áreas de interesse e entender as expectativas e demandas do mercado de trabalho.

De acordo com a teoria da construção social do conhecimento, que destaca como a interação com outros profissionais e o engajamento em práticas profissionais são fundamentais na formação da identidade ocupacional dos indivíduos. O compartilhamento de experiências de egressos contribui para a construção da identidade profissional dos alunos, fornecendo-lhes informações valiosas e *insights* sobre a realidade da profissão.

Além dos aspectos técnicos, os egressos enfatizaram a importância do desenvolvimento de habilidades não técnicas, como habilidades de comunicação, liderança, resolução de problemas e trabalho em equipe.

Através da Figura 2, observa-se mais um momento quando houve compartilhamento de experiências por parte de um dos egressos da Instituição de Ensino.

Figura 2: Encontro com compartilhamento profissional dos Egressos



Fonte: Autores (2024).

Ao compartilharem suas experiências, os egressos destacaram a relevância dessas habilidades no mercado de trabalho e forneceram conselhos práticos sobre como desenvolvê-las ao longo da formação acadêmica.

Esse resultado está em consoante com a teoria da aprendizagem social, que enfatiza a importância do modelo de comportamento observado e da imitação na aquisição de habilidades e conhecimentos. Os egressos serviram como modelos de referência para os alunos, demonstrando a importância das habilidades não técnicas e incentivando sua busca ativa pelo desenvolvimento dessas competências.

Os alunos relataram que o compartilhamento de experiências de egressos aumentou sua motivação e engajamento na carreira escolhida. Ao ouvirem as histórias de sucesso e superação dos egressos, os alunos sentiram-se inspirados e encorajados a perseguirem seus objetivos profissionais. O compartilhamento trouxe uma sensação de realismo e concretude às aspirações dos alunos, mostrando-lhes que é possível alcançar o sucesso na área da engenharia. Isso destaca a importância da motivação intrínseca na realização de metas e no engajamento em atividades profissionais. O compartilhamento de experiências de egressos promoveu a motivação intrínseca dos alunos, fornecendo-lhes exemplos reais de sucesso e estimulando a sua autopercepção de competência na área da engenharia.

A teoria da inteligência emocional, proposta por Daniel Goleman, também pode ser observada nos encontros.

A inteligência emocional refere-se à habilidade de reconhecer, compreender e gerenciar as próprias emoções e as emoções dos outros. Ao compartilharem suas experiências, os egressos podem transmitir aos alunos não apenas conhecimentos técnicos, mas também insights valiosos sobre a gestão emocional no contexto profissional. Os relatos dos egressos, abordando desafios emocionais enfrentados ao longo de suas trajetórias profissionais, como lidar com o estresse, a pressão e as relações interpessoais foram experiências compartilhadas que proporcionam aos alunos a oportunidade de desenvolverem sua inteligência emocional, aprendendo com exemplos reais de como lidar com situações desafiadoras e desenvolver habilidades como empatia, autorregulação emocional e habilidades sociais.

Além disso, os egressos podem inspirar os alunos a cultivarem a autoconsciência emocional, incentivando-os a refletirem sobre suas próprias emoções, motivações e valores. Ao ouvirem histórias de superação e sucesso, os alunos podem desenvolver uma maior confiança em si mesmos, identificando suas próprias habilidades emocionais e aprendendo a usá-las de forma eficaz em seu futuro profissional.

Portanto, o compartilhamento de experiências de egressos pode ser um catalisador para o desenvolvimento da inteligência emocional dos alunos das engenharias. Essa prática promove a consciência e a compreensão das emoções, fornecendo aos alunos ferramentas emocionais essenciais para lidar com os desafios da vida profissional e para cultivar relacionamentos saudáveis e produtivos no ambiente de trabalho.

A incorporação da inteligência emocional no contexto do compartilhamento de experiências de egressos pode ampliar ainda mais os benefícios dessa prática, permitindo que os alunos não apenas adquiram conhecimentos técnicos, mas também desenvolvam competências emocionais que são fundamentais para o sucesso profissional e pessoal.

Os resultados observados reforçam a importância das interações entre os egressos e os alunos, proporcionando uma conexão direta entre o mundo acadêmico e o

profissional. Ao ouvirem as experiências de profissionais que já trilharam o caminho que estão percorrendo, os alunos podem antecipar desafios, adquirir insights valiosos e tomar decisões mais informadas em relação à sua carreira.

No contexto mais amplo, os resultados deste estudo têm implicações para as instituições de ensino, que podem incorporar programas estruturados de compartilhamento de experiências de egressos em seus currículos. Estes programas podem incluir palestras, workshops, mentorias e outras atividades que promovam a interação entre egressos e alunos. Além disso, é fundamental que as instituições incentivem os egressos a compartilharem suas experiências e estabeleçam canais de comunicação efetivos para facilitar essa troca de conhecimentos.

Em suma, os resultados destacam a importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias, fornecendo uma base sólida para a implementação de programas e iniciativas que promovam essa prática. Ao integrar o conhecimento teórico com as vivências práticas dos profissionais, os alunos têm a oportunidade de desenvolver uma visão mais abrangente e realista da profissão, preparando-se de forma mais eficaz para os desafios do mercado de trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo abordou a importância do compartilhamento de experiências de egressos para alunos das engenharias, destacando os benefícios e impactos dessa prática na formação e desenvolvimento profissional dos estudantes. Ao longo da pesquisa, foram identificados resultados significativos que respaldam a relevância desse processo de troca de conhecimentos e vivências entre egressos e alunos.

Uma das principais conclusões deste estudo é que proporcionou exemplos práticos e reais que complementam os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula. Essa abordagem reforça a importância de uma formação que esteja alinhada com as necessidades do mercado de trabalho e fornece aos alunos uma visão mais abrangente da realidade profissional.

Além disso, o compartilhamento contribui para a orientação profissional dos alunos, ajudando-os a tomar decisões informadas sobre suas carreiras. As histórias compartilhadas pelos egressos oferecem insights valiosos sobre os desafios, as oportunidades e as expectativas do mercado de trabalho, permitindo que os alunos planejem suas trajetórias profissionais de maneira mais eficaz.

Outro ponto relevante é o desenvolvimento de habilidades não técnicas. A troca de experiências de egressos ressalta a importância do domínio de habilidades como comunicação, liderança, resolução de problemas e trabalho em equipe. Essas habilidades são fundamentais para o sucesso profissional, e o contato direto com egressos permite que os alunos compreendam sua relevância e adquiram conselhos práticos sobre como desenvolvê-las.

Adicionalmente, essa troca promoveu a motivação e o engajamento dos alunos em relação à sua carreira. Ao ouvirem as histórias de sucesso e superação dos egressos, os alunos sentem-se inspirados e encorajados a perseguir seus objetivos profissionais. Essa motivação intrínseca é essencial para o desenvolvimento de uma carreira gratificante e bem-sucedida.

No contexto mais amplo, este estudo ressalta a importância das interações entre egressos e alunos como uma ponte entre a teoria e a prática, permitindo que os alunos visualizem as possibilidades e os desafios reais da profissão. As instituições de ensino podem desempenhar um papel crucial ao promover programas estruturados de compartilhamento de experiências de egressos, fornecendo aos alunos a oportunidade de aprender com profissionais experientes e desenvolver habilidades essenciais para o sucesso em suas carreiras.

Observou-se que é fundamental estabelecer canais de comunicação efetivos entre as instituições de ensino e seus ex-alunos. Isso pode ser feito por meio de redes sociais, eventos presenciais ou virtuais, grupos de discussão e plataformas online dedicadas a conectar egressos e alunos.

Além disso, as instituições podem organizar palestras, workshops e programas de mentoria nos quais os egressos possam compartilhar suas experiências diretamente com os alunos. Essas atividades devem ser estruturadas de forma a promover a interação e o diálogo, permitindo que os alunos façam perguntas, compartilhem suas dúvidas e obtenham conselhos práticos dos profissionais experientes.

É importante ressaltar que essa prática não se restringe apenas aos casos de sucesso. As histórias de fracasso, desafios superados e aprendizados também são valiosas para os alunos. Essas narrativas podem fornecer *insights* sobre a resiliência, a perseverança e a capacidade de adaptação necessárias para enfrentar as dificuldades no caminho profissional.

Ademais, é fundamental incentivar os alunos a refletirem sobre as experiências compartilhadas e a fazerem conexões com suas próprias trajetórias e aspirações. A reflexão crítica e a aplicação dessas experiências às suas realidades individuais são essenciais para a internalização dos aprendizados e para o desenvolvimento de uma visão mais completa da profissão.

REFERÊNCIAS

[1] BANDURA, A. (1986). Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

[2] BOHOSLAVSKY, R. - Lo Vocacional, Teoria, Técnica e Ideologia. Buenos Aires, Ed. Busqueda, 1975.

[3] CURY, Augusto. O Código da Inteligência e a Excelência Emocional. Rio de Janeiro: Thomas Nelson, 2008.

[4] DÖRRENBÄCHER, L. M., & PERRET-CLERMONT, A. N. (2018). Vygotsky's sociocultural theory and contributions to the development of social competence. Handbook of Social Competence and Developmental Disabilities, 39-58.

[5] FAVENI - FACULDADE VENDA NOVA DO IMIGRANTE - Núcleo de pós-graduação e extensão. Dinâmicas de Grupo em Orientação Profissional e de Carreira. Apostila de Estudo do Curso de Pós-graduação em Psicologia: orientação vocacional/profissional. FAVENI. Espírito Santo – SC. 2017.

[6] GOLEMAN, Daniel. Inteligência emocional: a teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

[7] LEITE, C. A. R., Leite, E. C. R., & Prandi, L. R. (2009). A aprendizagem na concepção histórico-cultural. Akrópolis -Revista de Ciências Humanas da UNIPAR, 17.

[8] OLIVEIRA, Aline Louise de. Qualidade de serviços em ensino: uma análise sob a perspectiva da inteligência emocional. – Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado em Administração).

[9] RODRIGUES, M. P. (2022). Evolução das matrículas de educação especial na educação infantil, fundamental e médio entre os anos de 2009 a 2020 no Brasil. Research, Society and Development, 11(1), e23811124794 - e23811124794.

[10] SCHUNK, D. H. (1991). Learning Theories: An Educational Perspective. Nova Iorque, Macmillan.

[11] SPECTOR, P. E. Psicologia nas Organizações. 3ª Edição. Ed. Saraiva. São Paulo, 2010.

[12] WEISINGER, Hendrie, Ph.D. Inteligência emocional no trabalho: como aplicar conceitos revolucionários da I.E. nas suas relações profissionais. Reduzindo o estresse, aumentando sua satisfação, eficiência e competitividade. – Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 219 p.

Capítulo 3

Engenharia e sociedade: estudos de caso envolvendo a ONG Engenheiros sem fronteiras núcleo BH, a sociedade e a parceria com as engenharias e o Engineering Lab UNA CDU

Pedro Prates Valério
Madrith Sthel Costa Duarte
Hugo Vilaça Lima
Jade Alves Pereira
Igor Luiz dos Santos Noce
Samuel França Duarte
Roberto Barbosa Santos
Pedro Henrique Salgado Carvalho
Geovanna Gabrielle Barbosa de Paula
Lorena Paula dos Santos
Clarissa Ana Zambiasi
Fernanda Cristina Verediano
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Margarete Aparecida Pereira
Orlando Gama da Silva Junior
Vanessa Mota Vieira

Resumo: A extensão universitária desempenha um papel fundamental nos cursos de engenharia, pautada também pela potencial relação dialética, dialógica, entre academia e sociedade. As atividades extencionistas se executam em linha com a Resolução MEC/CNE/CES nº 7 de 2018, que estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024 e dá outras providências. Neste ãmbito, contextual, o poder que emana dos programas e parcerias com base de engajamento, culmina em multiplicação, com impacto positivo, para as escolas e para a sociedade. Em destaque, as atividades de extensão também se orientam por princípios de diversidade, equidade e inclusão, fomentando formação integral, para indivíduos, cidadãos e profissionais. Considerando o âmbito da aproximação entre estudantes, sociedade e o mundo da trabalhabilidade, o presente estudo é realizado a partir de relacionamento estruturado, proposto por atores de proveniência do contexto universitário (Cidade Universitária do Centro Universitário Una) e da Organização da Sociedade Civil sem fins lucrativos, Engenheiros Sem Fronteiras (ESF-BH). Ressalta-se a complementariedade da interface em questão, em sentido de promoção efetiva do desenvolvimento humano e sustentável, por meio da continuidade de projetos de engenharia. Tais projetos, beneficiando comunidades, incluindo em situação de vulnerabilidade social. O capítulo se desenvolve, assim, a partir da apresentação de relatórios de Projetos realizados no contexto da engenharia popular, enriquecidos pela interface estabelecida com o Engineering Lab (Lab temático / Hub de inovação) da Cidade Universitária Una, em Belo Horizonte. Elucidam-se novas possibilidades de projetos, para ampliar impactos no entorno, possibilitando reverberação da extensão aplicada, com resolução de problemas reais, e formação de novas lideranças, entre estudantes de Engenharia, para a contemporaneidade e para o future.

Palavras-chave: Engenharia, educação, atividades extensionistas, universidade, sociedade.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, cabe considerar que o ser humano se vê frente a atribuições que também consideram a busca por atuação resolutiva, frente a problemas reais, em sentido que inclui melhoria da qualidade de vida e bem-estar social. Em todas essas situações é possível se observar a presença da engenharia, seja para construir, planejar, projetar, inovar, trazer soluções, otimizar processos, criar tecnologias avançadas, executar tarefas ou melhorar, não só o individual, mas, também a situação de forma coletiva. Considera-se que engenheiras e engenheiros possuem papel essencial para o desenvolvimento tecnológico. São profissionais que estão associados a processos, melhoria dos produtos, produção, gestão de métodos produtivos e atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento. Sua profissão se ramifica em diversos setores, dentre os quais a área acadêmica, governamental e empresarial. Nos países emergentes, como o Brasil, a Engenharia se mostra indispensável para a ampliação da infraestrutura, para a melhoria na qualidade de serviços prestados à sociedade e para a resolução de problemas de caráter econômico e social (De Luca *et al*., 2018, Sperling *et al*., 2022).

Geralmente quando se fala sobre o que impulsiona a engenharia, pensamos em tecnologia e não na sociedade, mas na verdade as necessidades da sociedade moldam a engenharia tanto quanto a tecnologia. A engenharia afeta cada aspecto da nossa sociedade e está diretamente ligada com a qualidade de vida da sociedade como um todo. É sempre importante ressaltar a importância do papel social da engenharia no mercado atual, pois engenheiros participam ativamente de organizações e são responsáveis por diversos níveis de responsabilidades. Hoje para se fazer um bom serviço e estar em sintonia com o trabalho das organizações atuais, os profissionais devem ser multifuncionais e desenvolver o máximo de skills, não apenas se prenderem aos seus títulos, como projetista ou gerente de produção, por exemplo. A partir do instante em que um engenheiro se torna ciente de sua responsabilidade social, suas ações tornam-se proativas, principalmente quando esse profissional se vê em cargos que envolvem decisões estratégicas. Sendo assim, a própria empresa absorve as habilidades de seus gestores. A responsabilidade social pode ser pensada como um caminho de gestão a ser avaliado com serenidade e seriedade, visto que as organizações são feitas por pessoas e para o todo, em que os resultados de suas ações não refletem unicamente nelas próprias. Tanto as organizações quanto as pessoas diretamente relacionadas a elas, além das detentoras de decisões que põem em risco a vida neste planeta, devem ser socialmente responsáveis. Entre tais profissionais, os engenheiros exercem papéis cruciais (De Luca *et al*., 2018; Marandino, 2013).

Vale destacar a relação das engenharias como força motriz, também, para desenvolvimento humano e desenvolvimento social. De fato, são diversas as vertentes que consideram as engenharias como apoio fundamental para a economia global, impulsionando crescimento e o desenvolvimento em setores variados, como manufatura, construção, transporte e energia, também contribuindo a resolver problemas globais urgentes, como a mudança climática, desenvolvendo tecnologias e soluções sustentáveis. Com objetivo de gerar soluções, novas maneiras de encarar recursos existentes, facilidades e meios de articular processos, também atividades e ações, num híbrido de resultados, otimizações e preocupações de interações do homem com a sociedade e com a evolução no âmbito longitudinal do tempo. O potencial extensionista de projetos os mais variados, viabilizando contextos que podem incluir também os universitários, quando inclusive associados a atividades de engenharias, de certa forma elucida a

indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão, sem deixar de trazer consigo muitos desafios para sua realização. Tendo-se, desta forma, horizontes e iniciativas propostas e executadas por atores diversos, é relevante fortalecer elos sinérgicos de iniciativas que, sob responsabilidade cidadã, seguem sendo sendo propostas por Organizações de naturezas complementares, com base em trabalhos que abrangem campos de educação não formal, com divulgação de soluções, Transformações e resultados (De Luca *et al*., 2018; Marandino, 2013; Brasil, 2018; Sperling *et al*., 2022)

Nesse âmbito, é imprescindível relacionar atividades sociais, sob perspectivas que também podem se potencializar por meio de atividades de engenharias e, acima delas, pelos seres humanos que atuam na área, aos resultados que emanam de caráter extensionista, com impacto positivo nos entornos. Atividades extensionistas, afinal, visam a funções que incluem sociais, educacionais e formativas, como elemento de reflexão crítica sobre a realidade. Compreende-se, dessa forma, que práticas com familiaridade extensionista possuem papel de estabelecer elos entre o saber das atividades com demandas da sociedade. Dessa forma, afinal, também no âmbito acadêmico, potencializam-se conhecimentos, habilidades e competências desenvolvidas, de forma a ampliar o repertório humano e a capacidade reflexiva (Sperling *et al*., 2022; Brasil, 2018; De Luca *et al*., 2018).

Finalmente, como forma de justificativa do elo entre o diálogo até então ensaiado no presente texto, a se considerar atores que englobam Sociedade, Entidades, Organizações Populares e também contexto Universitário, salienta-se que dimensão formativa de práticas extensionistas é estruturante da formação universitária, e deve estimular a formação humanista (considerando as dimensões afetiva e cognitiva) pela problematização do conhecimento e de sua relação com a realidade, condição sine qua non para formar cidadãos mais responsáveis e comprometidos com saltos civilizatórios (Sperling *et al.*, 2022; Brasil, 2018; De Luca *et al*., 2018).

Considerando o contexto apresentado, a abordagem do presente capítulo objetiva a organização de informações no sentido de valorização de conhecimentos, relatos e análise fundamental, considerando a relação das Engenharias na geração de impactos positivos em entornos e na Sociedade.

2. METODOLOGIA

O estudo conduzido e apresentado no presente capítulo se desenvolve com base em estudo de caso. Alguns dos conceitos fundamentais, os quais possibilitam realizar considerações a respeito da relação entre engenharia e sociedade, no contexto mencionado, são pesquisados. Sendo assim, realizou-se pesquisa exploratória, a partir da qual indicadores e conhecimentos gerados reúnem-se no sentido da construção de compreensões e relatos, com base em fundamentos contextualizados, relacionando breves informações, inovação e perspectivas. O capítulo se complementa com considerações finais, dos principais atores envolvidos.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. HISTÓRICO CONTEXTUAL

3.1.1. ENGENHEIROS SEM FRONTEIRAS NÚCLEO BELO HORIZONTE

Os Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Belo Horizonte (ESF-BH) formam uma organização sem fins lucrativos composta por estudantes e profissionais de diversas vertentes da engenharia. A organização tem como objetivo promover o desenvolvimento humano e sustentável por meio de projetos de engenharia que beneficiem comunidades em situação de vulnerabilidade social.

O Núcleo Belo Horizonte foi fundado em 2015 e desde então tem realizado ações que impactaram positivamente a vida de moradores da capital mineira. A Figura 1 ilustra o grupo de voluntários ESF, à época, junto a membros ESF-BH. O histórico da organização inclui projetos de saneamento básico, acessibilidade, mobilidade urbana, energia renovável, entre outros, sempre buscando a aplicação de tecnologias de baixo custo e de fácil manutenção.

O ESF-BH faz parte da rede Engenheiros Sem Fronteiras Brasil, que é composta por mais de 60 núcleos espalhados por cidades em todos os estados brasileiros. O ESF-Brasil, por sua vez, faz parte da rede internacional *Engineers Without Borders*, presente em 65 países ao redor do mundo. Desde 2010 no Brasil já forma impactadas mais de 110 mil vidas através dos programas e projetos da rede.

Figura 1: Grupo de Voluntários ESF-BH

Fonte: AUTORES (2024).

Tendo a Engenharia Popular como força motriz, o ESF-BH ainda busca expandir a abrangência de seus projetos para um número cada vez maior de comunidades, atendendo demandas em todas as regiões da cidade. Ao longo de todos estes anos de atuação, o ESF-BH contou com o apoio de uma rede formada por instituições de ensino, empresas privadas dos mais variados setores e outras organizações da sociedade civil que atuam em causas semelhantes e complementares.

O trabalho do ESF-BH é um exemplo de como a engenharia pode ser aplicada para promover um desenvolvimento que tenha como valores a sustentabilidade e o bem-estar humano, com o objetivo central de garantir a qualidade de vida das pessoas. A equipe multidisciplinar por trás de todo esse impacto é formada por voluntárias e voluntários comprometidos com a causa e que dedicam seu tempo e conhecimento para transformar a realidade das comunidades mais vulneráveis.

3.1.2. ENGENHARIA POPULAR

Analisando todo o contexto da história da humanidade, nota-se que a engenharia sempre esteve presente nas descobertas de novas tecnologias e nas constantes buscas pelas melhores condições de vida para toda à sociedade. Contudo, a engenharia também foi uma área de estudo e atuação, que promoveu profundas desigualdades sociais. Conforme Avelar *et al*. (2020), um dos motivos para que isso tenha ocorrido, foi pelo simples fato de que essa ciência exata foi criada para as elites e, em seguida, para atender as demandas militares.

Para as práticas humanas, à engenharia vem como sendo um precursor dos processos tecnológicos que foram criados para suprir as necessidades das sociedades, sendo os principais estímulos, para as demandas as grandes navegações do século XV e também as guerras nos séculos XVI e XVII (MANTOVAN, 2021). Nesse sentido, a engenharia vem com apenas uma fonte de conhecimento técnico, que proporciona possibilidades para criar ferramentas, equipamentos, meios para que aqueles dotados de posses, possam conquistar algo.

Em tempos atuais, os conhecimentos das ciências exatas se expandiram, não ficando apenas relacionados com as áreas militares, no entanto, ainda assim se apresenta bem distante de comunidades que estão em situações de vulnerabilidade. Segundo Avelar *et al*. (2020), pode-se notar como a desigualdade gerada pela engenharia, está bem evidente quando se analisa a distorção quando se compara países conhecidos como desenvolvidos em relação aos emergentes. Os desenvolvidos estão no topo, com recebendo as glórias por ter o amplo desenvolvimento tecnológico e ter os melhores engenheiros trabalhando para isso, no entanto, quem acaba realizando o trabalho que eles não fazem, são os demais países (como os pertencentes à América do Sul e África). Em contrapartida, a engenharia - mesmo com tantos motivos para causar à divisão social - é uma arte que demanda habilidades e sensibilidade que podem ser análogas às apresentadas em produções artísticas (Cruz, 2018). Entretanto, ainda existe uma visão de que é ela o instrumento capaz de resolver todos os problemas da sociedade (Avelar *et al*., 2020). Só que, como ela faria isso, sendo que ainda há uma fronteira criada para essa profissão? Uma forma seria à sua popularização, ou seja, à criação de uma engenharia popular (EP).

Nesse sentido, pode-se dizer que o termo “engenharia popular” vem de encontro com a quebra das barreiras entre os conhecimentos da engenharia e a sociedade de

classes. Para Avelar *et al.* (2020), EP significa à luta contra o capitalismo, que ao invés de criar uma sociedade mais justa, mas, promoveu uma barbárie e uma maior separação entre os povos, pela sua determinação diante classes sociais.

Assim, à Engenharia Popular pode ser definida como o nascimento da confluência dos movimentos de tecnologias sociais, economia solidária e o ensino da engenharia, com o foco maior no social (Cruz, 2018). Esse é o momento de levar os conhecimentos das ciências exatas mais próximo daqueles que antes eram marginalizados, separados por não serem considerados parte da elite social. Além disso, é à abertura para um pensamento mais plural, com foco em todas as comunidades, deixando de lado a existência de apenas um único modelo de desenvolvimento, sendo que, o mundo se apresenta com uma gama de diversidades, relacionadas à culturas e formas de enxergar as realidades que rodeiam a todos (Avelar *et al*., 2020).

Engenharia Popular é o próximo passo para que a engenharia esteja disponível para todos, independente da classe social à qual está classificada. Contudo, para que isso aconteça, é necessário começar pela base, à partir das universidades, através de diálogos relacionados às lutas sociais, visando à criação de tecnologias sociais, além de promover maior engajamento de estudantes e profissionais sobre esse tipo de prática. Outro ponto, é o incentivo à participação de organizações que atuam nesse sentido, como o Engenheiros Sem Fronteiras, que é uma Organização da Sociedade Civil (OSC) que acredita na engenharia como catalisador para o desenvolvimento social.

Em suma, à engenharia ainda é vista como uma profissão da elite, apresentando o foco apenas para as demandas industriais e de desenvolvimento das classes mais altas da sociedade. Contudo, para que ocorra o desenvolvimento social, deve-se extinguir essas barreiras de classe e tornar a engenharia mais popular. Para isso, é necessário que as universidades busquem na formação de seus profissionais, à inclusão de discussões políticas e sociais, no intuito de incorporar os saberes, estéticas e valores dos grupos populares. Dessa maneira, a engenharia passará a ser de todos e não apenas de uma minoria.

3.2. ESTUDOS DE CASO: COMUNIDADE DO MORRO DO PAPAGAIO, BELO HORIZONTE

3.2.1. LEVANTAMENTO INICIAL

O ano de 2020 provocou marcas na população mundial, provocadas pela pandemia da COVID-19. Com isso, além das indicações para a realização dos procedimentos de isolamento social, também surgiram algumas alternativas para ajudar as populações, que ainda necessitavam de sair de suas casas para a realização de suas atividades laborais. Outro ponto relevante se relaciona com os impactos que essa doença causou nas regiões periféricas brasileiras, pois, são áreas que apresentam maior vulnerabilidade social e, na maioria das vezes, com menor atuação dos órgãos públicos.

Pensando em auxiliar essas regiões nesse momento crítico - que foi a pandemia - foi realizada a união de duas organizações sem fins lucrativos, com o intuito de entregar um pouco de esperança para uma comunidade na cidade de Belo Horizonte/MG. As organizações foram o Engenheiros sem Fronteiras (núcleo BH) e a Habitat, as quais se juntaram e atuaram na comunidade do Morro do Papagaio (regional Centro-Sul).

Localizado próximo à região central de Belo Horizonte, destaca-se, o Morro do Papagaio é um aglomerado de ocupações informais e espontâneas composto por 3 vilas -

Vila Estrela, Vila Santa Rita de Cássia e Barragem Santa Lucia (onde vivem antigos moradores das vilas e foram realocados para os prédio do Vila Viva).

Os moradores mais antigos contam que a história do aglomerado começou no início da década de 1920. Então, pela história local, a ocupação já está passou de seus 100 anos e sua história coincide com o início da ocupação da capital mineira, que é do final do século XIX. O contraste entre os bairros e o Morro é, portanto, histórico, e sua paisagem, em contraste com o entorno da cidade, destaca condições desiguais.

3.2.2. PROJETO: ABRACE A COMUNIDADE

Também considerando impactos da pandemia da COVID-19, na região, o projeto Abrace a Comunidade foi pensado, desenhado e operacionalizado pelo ESFBH. A Figura 2 a Página da campanha abrace a comunidade - Site benfeitoria: Com proposta inicial de ser dividido em dois estágios, com entregas diferentes, essa ação contou com a iniciativa de financiamento coletivo e com a implantação de lavatórios comunitários.

Segundo o Guia de Fomento da Cultura do Governo Federal, financiamento coletivo *crowdfunding* consiste na obtenção de capital para iniciativas de interesse coletivo através da agregação de múltiplas fontes de financiamento, em geral, de pessoas físicas interessadas na iniciativa. E foi com essa metodologia que a primeira parte do projeto foi desenvolvida

Figura 2: Site benfeitoria: Página da campanha abrace a comunidade

Fonte: Autores (2024).

Frente ao cenário, cabe menção a especificidades de ações na região especificada, envolvendo resultados concretos. As Figuras 3 e 4 ilustram o dia D, destacando-se a entrega de cestas básicas para famílias em condições de vulnerabilidade, bem como frentes de instalações físicas de em vias de maior movimento, entre outras. Em suma, o projeto teve duração de 60 dias contínuos, acumulando quantias monetárias que ultrapassaram 10 mil reais, revertendo-se em mais de 100 cestas básicas entregues, somadas a mais de 150 kits de limpeza e 300 litros de álcool em gel, para a região.

Figura 3: Dia *D* com entregas de cestas básicas

Fonte: Autores (2024).

Figura 4: Dia *D* com entregas de kits e itens de higiene, para a comunidade

Fonte: Autores (2024).

3.2.3. PROJETO: UMA MÃO LAVA A OUTRA

O projeto "uma mão lava a outra" surge, também, com base em apoio social, fundamentado por recomendações para incrementos de segurança. Particularmente, durante a pandemia da COVID-19, uma das recomendações da OMS (Organização Mundial de Saúde) incluiu o simples ato de lavar as mãos como procedimento de elevado impacto no que se referiu à redução de contaminação viral. Contudo, face à realidade de moradores de aglomerados, favelas e comunidades, o acesso à água e ao sabão nem sempre é difundido. Segundo a ONU, uma em cada três pessoas no mundo não possui acesso a itens

básicos de higiene pessoal. Desta forma, em Belo Horizonte, o projeto em questão ganhou vida, também no Morro do Papagaio, em Belo Horizonte, a partir da união das organizações Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo BH (ESF-BH), unindo-se à ONG Habitat para a Humanidade, com o objetivo se viabilizar acesso à água, sabão e álcool em gel. A partir, então, do financiamento da Habitat, em conjunto com parcerias d o ESF-BH, o projeto entrou em operação, envolvendo, desta forma, produção e instalação físicas de lavadores, em pontos estratégicos da comunidade, fomentando e culturalizando a higiene contínua das mãos (DUARTE, 2017; PARRON *et al*., 2011).

Considerando ênfase ao papel da Engenharia Popular, atenção foi dada à atribuição material, para construção de lavatórios que, ainda que flexíveis, após o período da pandemia, pudesse ser utilizados em continuidade: Optou-se pela escolha de materiais resistentes, higienizáveis, instalados em pontos estratégicos, com atenção a elementos de drenagem e abastecimento de água, conectando-se à possibilidade de descarte através da rede pública da Companhia de Saneamento de Minas Gerais. As pias se definiram como sendo em aço inox, contendo torneiras com um temporizador para fechamento automático, sem necessidade de duplo toque. Em relação ao detergente, a solução de dispensadores foi desenhada por voluntários do projeto, envolvendo-se fixação de frasco com correntes e braçadeiras. Sendo estes itens, a partir de então, da comunidade, foram geradas ações para promoção de senso de pertencimento. A Figura 5 ilustra o Dia D, com entrega dos lavatórios instalados, para a comunidade. Nesse âmbito, a comunidade também foi envolvida na construção e instalação, com serviços de serralheria e personalização de tambores, além de atributo de arte de grafiteiro local (conhecido como Pelé).

Figura 5: Dia *D* com entrega dos lavatórios instalados, para a comunidade

Fonte: Autores (2024).

3.3. PARCERIA ESFBH, ENGINEERING LAB E CURSOS DE ENGENHARIA UNA CDU

O Engineering Lab da Cidade Universitária (CDU), é um projeto que integra a Rede de laboratórios temáticos do Anima Hub, enriquecido por viés inovador, com permeação extensionista, e tem o objetivo de catalisar e fomentar oportunidades de inovação e empreendedorismo de base tecnológica, abrangendo uma equipe diversificada com docentes e graduandos dos cursos de engenharias e tecnologia da informação da instituição. Para alcançar seus objetivos de inovação e empreendedorismo, o Engineering Lab CDU possui duas Squads formadas 18 discentes de diferentes áreas da Engenharia. A Squad 1, Energy Opportunity, se vincula à percepção de avanços tecnológicos, relacionados ao cenário macroeconômico nacional, enaltecendo mudanças no setor elétrico. A Squad 2, Soluções Industriais para Engenharia, visa o desenvolvimento de soluções inovadoras para atender e solucionar problemas que empresas de diferentes segmentos enfrentam. Para desenvolver o projeto das Squad os discentes trabalham de forma interdisciplinar sob a orientação dos professores orientadores. Desta forma, realizaram-se encontros semanais, conforme representado a seguir, quando foram discutidas entregas e etapas do projeto. A Figura 6 ilustra encontros do *Engineering Lab*, também viabilizados por tecnologia

Salienta-se, processualmente, ao final de cada semestre os melhores projetos são selecionados para a semifinal do Shark Hub, a qual envolve os melhores 40 trabalhos dos mais de 220 projetos que englobam todos Laboratórios de Inovação do Ânima Hub. Destaca-se que ao longo dos dois semestres de participação, as Squads do Engineering Lab CDU estiveram entre os 40 melhores trabalhos. Entretanto, mais que um ganho acadêmico e profissional, os projetos contribuem para o desenvolvimento pessoal de cada participante, viabilizando formação integral e humanista, em sentido de fomento à consciência de indivíduos, cidadãos e profissionais, para atuarem como agentes das mudanças que tanto almejamos. O Lab se propõe a ser ponte de potencialização para projetos e transformações.

Figura 6: Encontros do Engineering Lab, também viabilizados por tecnologia

Fonte: Autores (2024).

É necessário destacar, neste ponto, a Resolução número 7, de 18 de dezembro de 2018, publicada pelo CNE, Câmara De Educação Superior, Ministério da Educação, que estabelece Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira, definindo princípios, fundamentos e procedimentos que devem ser observados no planejamento,

nas políticas, na gestão e na avaliação das instituições de educação superior de todos os sistemas de ensino do país. Afinal, assim, regulamentando atividades acadêmicas de extensão dos cursos de graduação, na forma de componentes curriculares para os cursos, considerando-os em seus aspectos que se vinculam à formação dos estudantes, conforme previstos nos Planos de Desenvolvimento Institucionais (PDIs), e nos Projetos Políticos Institucionais (PPIs) das entidades educacionais, de acordo com o perfil do egresso, estabelecido nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) e nos demais documentos normativos próprios. Reforça-se, assim, o compromisso das universidades em promover formação acadêmica cada vez mais ampla, conectada com demandas da sociedade, estabelecendo-se que a extensão deva estar intrinsecamente ligada ao desenvolvimento de habilidades e competências essenciais, para além das técnicas (Brasil, 2018).

Nesse âmbito, destaca-se que a parceria institucional entre o ESF-BH e os cursos de Engenharia da Una (Ânima Educação), na Cidade Universitária, celebrada no mês de março do ano 2023. Tal celebração se enriquece, natural e necessariamente, pela forte interface que se estabelece em potencialidade, a partir de atividades extensionistas, propósitos e projetos do Engineering Lab CDU. Assim, de forma pontual e inercial, torna-se pungente a jornada de expansão de impacto pontual, e transformação, frente a soluções reais para problemas vividos por diferentes grupos de pessoas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma suscinta, considera-se que a Engenharia Popular é um dos caminhos para garantir acesso de pessoas em situação de vulnerabilidade a direitos básicos, fundamentais. Em 7 anos de atuação, o ESF-BH segue esta premissa em todas as suas iniciativas. A partir do aprendizado obtido em cada projeto realizado, bem como nos saberes compartilhados com as comunidades, a organização consegue aperfeiçoar suas ações para que atendam de forma cada vez mais eficiente às demandas sociais, gerando impacto multiplicado. Cabe ponderar, contudo, que a transformação social de fato só pode ser alcançada por meio de um trabalho em rede. Apenas por meio do esforço conjunto, portanto, formado por iniciativas diversas, que se somem, se é capaz de garantir mudanças, e transformações, significativas, potencializadas por braços dados entre Sociedade e Universidade.

REFERÊNCIAS

[1] ATOLINI, T. M. A construção da engenharia popular e a formação de engenheiros e engenheiras populares na práxis da intervenção em uma empresa recuperada por trabalhadores. 2021. Tese - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2021.

[2] AVELAR, C. ENGENHARIA POPULAR. In: ENGENHARIA POPULAR - Construção e gestão de projetos de tecnologia e inovação social: construção e gestão de projetos de tecnologia e inovação social. 1. ed. Viçosa: Engenheiros Sem Fronteiras Brasil, 2020. cap. Parte 1, p. 11-69. ISBN 978-65-991073-0-6.

[3] Brasil. Conselho nacional de educação. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Brasília, DF: Conselho Nacional de Educação.

[4] CRUZ, C. C.Desafios epistemológicos da engenharia popular:: o impacto da “arte da engenharia” no projeto técnico. Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v. 14, n. 32, p. 1-20, 2018.

[5] De LUCA, M. A. S.; Romanel, F. B.; Sanches, G. H. M.; Gonçalves, H. S.; Pereira, V. A. G.; Moises, I. C.; De Oliveira, J. M. B. A Engenharia no contexto Social: Evolução e Desenvolvimento. Gestão, Tecnologia e Inovação. v.2 n.1, 2018.

[6] DUARTE, R. L. Qualidade da água em área de cultivo de hortaliças: Estudo preliminar do córrego Água Comprida. Barra Mansa - RJ. Orientador: Jonathas Batista Gonçalves Silva. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. 2017.

[7] MARANDINO, M. Education, Science and Extension: The Necessary Promotion Revista Cultura e Extensão USP. v.9. 2013

[8] PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água 232. Embrapa Florestas. Colombo, PR: 2011.

[9] SPERLING, D.; DA COSTA, L. B.; INO, A. Ações dialógicas: cultura e extensão universitária no IAU USP. n. 18. 2022.

Capítulo 4

Ensino dual como uma possibilidade na formação brasileira – engenharia e indústria

Pedro Prates Valério
Flávio Augusto Rezende Calado
Juliana Lopez de Oliveira
Madrith Sthel Costa Duarte

Resumo: O ensino dual é uma modalidade que possibilita formação de estudantes em espaços distintos. Segundo a UNESCO, o "sistema dual de ensino" é assim designado por combinar parte da aprendizagem em empresa e parte em escola profissional. Na empresa, o aprendiz recebe formação prática, complementada por formação teórica, na escola profissional. Nas últimas décadas, na Alemanha, o modelo Dual repercute significativamente, em âmbitos acadêmico e profissional. No Brasil, considerando-se formação integral em áreas distintas, o modelo surge frente a realidades contemporâneas, repercutindo empregabilidade e integração entre universidade e mundo do trabalho, com valorização de competências. Mantendo enfoque em qualidade acadêmica no ensino superior nacional, é necessário observar índices elevados para profissionais graduados não vinculados à área de formação, favorecendo discussões quanto a benefícios materiais e intelectuais emanados do ensino superior. No âmbito das engenharias, observam-se desafios relacionados às conexões entre teorias e aplicabilidade, enaltecendo sistemas integrados de retroalimentação, que impactem na formação de profissionais aptos a solucionar desafios reais e contemporâneo. Frente ao exposto, o presente trabalho se desenvolve a partir da obtenção de resultados de experiência de Dualidade entre Indústria Multinacional, situada no Estado de Minas Gerais, e Cursos de Engenharia ofertados pela Cidade Universitária, do Centro Universitário Una (Anima Educação), em Belo Horizonte. Indicadores acadêmicos e formativos foram registrados a partir de processual subdividido em etapas que, consecutivas, também incluem: Visitas guiadas à industriais – imersão, cultura e organização; Desafios – desenvolvimento de projetos e soluções, a partir de cases reais, envolvendo conceitos de física e matemática; Fórum com especialista – discussões e palestras; Feedback – retorno profissional em relação a atividades e competências desenvolvidas. Todas as etapas do processo foram avaliadas pelos discentes, de forma assistemática, em questionário não estruturado. A experiência é relatada como significativa e de real valor na formação em engenharia.

Palavras-chave: Ensino dual, empregabilidade, ensino superior, engenharias, aprendizagem.

1. INTRODUÇÃO

A educação dual é um modelo de formação profissional que combina a teoria e a prática, permitindo que os alunos adquiram habilidades práticas nas empresas e conhecimentos teóricos em uma escola profissionalizante. Esse modelo é muito popular na Alemanha e no Japão, e é considerado um dos principais fatores para o sucesso econômico destes países.

Na Alemanha, a formação profissional dual é um sucesso de exportação. O sistema dual de formação profissional já existe há vários decênios e é considerado internacionalmente um modelo bem sucedido. Os formandos adquirem habilidades práticas nas empresas e, paralelamente, adquirem conhecimentos teóricos em uma escola profissionalizante. Tanto como medida contra o desemprego juvenil como também contra a falta de pessoal profissional, esse sistema de formação deu provas de ser eficiente. A Alemanha já trabalha em colaboração com mais de 100 países interessados nesse programa. A cooperação internacional no campo da formação mostra efeitos positivos. As pessoas jovens adquirem uma perspectiva nas suas pátrias, fortalecendo a paz social, pois a aprendizagem feita com instrutores especializados oferece vantagens competitivas a um maior número de pessoas que conseguem ter um emprego bem remunerado.

No Japão, a educação dual é um modelo de formação profissional que combina a teoria e a prática, permitindo que os alunos adquiram habilidades práticas nas empresas e conhecimentos teóricos em uma escola profissionalizante. Esse modelo é muito popular no Japão, e é considerado um dos principais fatores para o sucesso econômico do país. A educação dual é oferecida em muitas áreas, incluindo tecnologia, saúde, turismo e negócios. O governo japonês tem investido fortemente na educação dual, a fim de preparar os jovens para o mercado de trabalho e garantir a competitividade do país.

O futuro do trabalho apresenta desafios como a transição da sociedade industrial para a sociedade do conhecimento. A competição global produz ciclos de inovação cada vez mais curtos e novas formas de organização do trabalho. A digitalização, a automação e o uso da inteligência artificial também têm um enorme impacto no mundo do trabalho. Isso exige um desenvolvimento organizacional sistemático nas empresas, que deve incluir a capacitação adequada do pessoal técnico. A demanda por pessoal técnico altamente qualificado está crescendo em todo o mundo. Esse pessoal é imprescindível para garantir um crescimento econômico sustentável. A formação profissional na Alemanha, com seu sistema dual como pilar central, goza de crescente prestígio internacional (EULER, 2013).

Segundo Relatório do Projeto Sistemas de Energia do Futuro - Iniciativa Profissionais para Energias do Futuro publicado em 2020, desde 2016, Brasil e Alemanha cooperam na área de Educação Profissional e Tecnológica. Juntos, identificaram demandas do setor produtivo, elaboraram currículos, capacitaram professores e qualificaram profissionais na área de energias renováveis e eficiência energética. O Ministério Brasileiro de Educação (MEC) e o Ministério Alemão de Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ), por meio da Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ), exploram formas de aplicar o ensino Dual alemão no Brasil.

Aspectos como a legislação, a gestão, a qualidade, a demanda, a articulação e a sustentabilidade ainda se apresentam como desafio para a implantação nas instituições brasileiras. O relatório aponta recomendações que passam pelo aprimoramento da educação profissional no Brasil, baseadas nos cinco princípios da cooperação alemã para a formação profissional: a participação do setor privado, a orientação para a demanda, a qualidade, a permeabilidade e a sustentabilidade. Além disso, o estudo sugeriu algumas

ações para a implementação de modelos de formação dual no país, como a mudança da Lei de Aprendizagem e o desenvolvimento de um conceito para a formação dual.

A análise do potencial de um modelo dual brasileiro de formação profissional, realizada pelo Projeto Sistemas de Energia do Futuro, da GIZ, em cooperação com a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação, identificou algumas dificuldades na implantação do modelo dual no Brasil. Algumas dessas dificuldades incluem:

Falta de articulação entre as empresas e as escolas: A falta de articulação entre as empresas e as escolas é um dos principais obstáculos para a implantação do modelo dual no Brasil. As empresas muitas vezes não estão dispostas a investir tempo e recursos na formação dos aprendizes, enquanto as escolas muitas vezes não têm os recursos necessários para oferecer uma formação de qualidade.

Falta de incentivos fiscais: A falta de incentivos fiscais é outro obstáculo para a implantação do modelo dual no Brasil. As empresas que oferecem formação profissional muitas vezes não recebem incentivos fiscais, o que torna o investimento menos atraente.

Falta de regulamentação: A falta de regulamentação é outro obstáculo para a implantação do modelo dual no Brasil. A legislação atual não é clara o suficiente para permitir a implantação do modelo dual em grande escala.

Falta de recursos financeiros: A falta de recursos financeiros é outro obstáculo para a implantação do modelo dual no Brasil. A formação profissional requer investimentos significativos em infraestrutura, equipamentos e pessoal, o que muitas vezes não é possível para as escolas e empresas.

Falta de cultura empresarial: A falta de cultura empresarial é outro obstáculo para a implantação do modelo dual no Brasil. Muitas empresas ainda não reconhecem a importância da formação profissional para o desenvolvimento de seus negócios e, portanto, não estão dispostas a investir na formação de seus funcionários.

Apesar dessas dificuldades, a implantação do modelo dual no Brasil é possível e pode trazer muitos benefícios para as empresas e para a sociedade como um todo. É necessário que haja um esforço conjunto do governo, das empresas e das escolas para superar esses obstáculos e tornar a formação profissional dual uma realidade no Brasil.

Como forma de experimentar ações de Dualidade dentro da formação profissional de engenheiros, foi realizada uma experiência de dualidade com empresa multinacional situada no Estado de Minas Gerais.

2. METODOLOGIA

A CNH Industrial é uma empresa multinacional que produz maquinário e equipamentos para o setor agrícola, construção civil entre outros. Com sede em Londres, possui diversas plantas industriais no mundo, e uma delas situada na cidade de Contagem em Minas Gerais. A empresa absorve diversos profissionais formados nas IES do Grupo Anima, nas escolas da UNA regional Minas Gerais. A proximidade geográfica leva os estudantes a vislumbrarem possibilidades profissionais nas vagas ofertadas pela empresa. Esta vem atuando na identificação de talentos por meio de seus programas de estágio e trainee.

A unidade curricular de Análise dos Fenômenos Físicos da Natureza faz parte dos componentes curriculares da matriz de formação das engenharias do grupo Anima Educação, e está integralizada na formação dos estudantes entre o primeiro e quarto período da matriz vigente para o ano de 2023/1. A unidade curricular contempla princípios da física mecânica e do cálculo diferencial e integral de forma aplicada aos conceitos físicos. Para o estudante em fase inicial de formação a percepção dos cursos de engenharia costuma ser enfadonha e sem aplicação real. O número de estudantes que costuma optar por mudança de curso na fase inicial de formação é alto em relação a outros períodos da formação, problema este analisado frequentemente em grandes universidades brasileiras de gestão governamental.

Com o intuito de dar ao conteúdo físico e matemático da formação básica a visibilidade de aplicação na engenharia, se propôs uma aproximação com a CNH Industrial por meio de visitas técnicas, palavra com o especialista e realização de desafios de forma comparativa entre os estudantes de dois turnos distintos da unidade curricular, manhã e noite. O objetivo esperado se dá no aumento do engajamento dos estudantes tanto nas aulas remotas síncronas quanto na presencial, além do bom desempenho nas avaliações formais de conteúdo da unidade curricular.

3. DESENVOLVIMENTO

A presente proposta foi realizada de maneira informal, sem assinatura de contrato prévio entre as partes, a partir das possibilidades de abertura em programas institucionais apresentadas pela empresa. A CNH possui programas de acolhimento de futuros profissionais com o propósito de treinar e reconhecer talentos vindos de diferentes instituições de ensino como o programa GERA +.

Assim, as ações aqui descritas contam com uma linha do tempo que envolve diferentes estudantes até o objetivo central da elaboração de ações dentro da unidade curricular em questão. No ano de 2022 foi realizada uma visita técnica na planta industrial de fabricação de tratores na cidade de Contagem, com estudantes de engenharia química dos anos finais de formação. A visita incluiu a apresentação dos produtos e serviços da empresa, além da visita guiada com o engenheiro químico André Fellipe de Souza Oliveira egresso da UNA. Foram apresentados os processos de solda, montagem, pintura, logística e projetos. A visita abriu a possibilidade para a realização futura de visitas ao campo de provas na cidade de Sarzedo, onde testes mecânicos são realizados para validação e certificação de equipamentos.

No ano de 2023, na abertura de semestre letivo no mês de fevereiro, a CNH foi convidada a realizar a apresentação do programa de acolhimento de futuros profissionais no campus Aimorés. A ação contou ainda com a participação de instituições ligadas ao mundo do trabalho para engenheiras e engenheiros, como CREA Junior e FIEMG. Na oportunidade a engenheira mecânica Laura Stumpf e a psicóloga e Talent Acquisition Catarine Silva, apresentaram a multinacional com o programa de desenvolvimento de talentos Gera +, com a distribuição de réplicas em miniatura dos produtos desenvolvidos na planta para os estudantes presentes.

Nos meses subsequentes a aproximação se tornou mais efetiva com a realização de duas visitas técnicas ao campo de provas na cidade de Sarzedo-MG. A Imagem 1, a seguir, ilustra a vVisita técnica ao campo de provas em Sarzedo, MG.

Figura 1: Visita técnica ao campo de provas em Sarzedo, MG

Fonte: Autores (2024).

A limitação no número de estudantes para a visita, por questão de segurança, tornou o processo de lançamento de desafio para A3 no local inviável. No sentido de efetivar o processo, dado sua importância, o engenheiro mecânico Lucio Santos foi convidado a realizar a ação “Palavra com o Especialista” (Figura 2), que contou com 44 estudantes de forma presencial no Hub de inovação Casa UMA, em Belo Horizonte, MG.

Figura 2: Palavra com o especialista no hub de inovação Casa UNA

Fonte: Autores (2024).

O tema abordado se deu quanto aos testes de certificação de qualidade e uso de sensores na avaliação de qualidade na empresa. Imagens do teste mecânico de cabines

segundo as normas ROPS e FOPS foram apresentados. As certificações internacionais são obrigatórias para garantir a segurança de cabines das máquinas contra danos causados por capotamento, quedas de materiais e outros imprevistos. O teste consiste no lançamento de uma esfera de 36kg de uma altura suficiente para simular a energia mínima necessária para sua deformação ou tombamento. Assim, os temas presentes na ementa como: Leis de Newton, transformação de energia, uso adequado do sistema internacional (SI), ganham novo sentido no decorrer da aprendizagem discente.

A partir da ação mencionada surge o lançamento de projeto A3 para os dois turnos, com atendimento às suas respectivas singularidades. A Tabela 1 apresenta as ações realizadas nas turmas e o número de envolvidos.

Além das ações propostas relacionadas a CNH, outras atividades acadêmicas aconteceram como forma de atendimento as demandas dos discentes quanto as avaliações institucionais denominadas A1 e A2. Foram aplicadas listas de exercícios e suas resoluções, entregas de portfólios de exercícios, aulas expositivas sobre os temas da UC. A divisão de temas abordados entre os professores pares das UCs (Tabela 2), se deu de forma estratégica para melhor realização dos trabalhos, considerando a não existência de junções regionais que pudessem comprometer o envolvimento dos alunos.

Tabela 1: Quantitativo de alunos nas turmas e respectivas ações realizadas.

Ações e dados de turma	Alunos Turno Manhã	Alunos Turno Noturno
Número de matriculados na Unidade Curricular (UC)	46	107
Participantes efetivos geral na UC	44	85
Visita técnica 1 – Sarzedo*	<7 participantes	<7 participantes
Visita técnica 2 – Sarzedo*	<7 participantes	<7 participantes
Palavra com o Especialista – presencial na UNA	44	Não possui
Apresentação trabalho sobre sensores na CNH remoto por alunos	44	Não possui
Apresentação trabalho sobre sensores na CNH presencial por alunos	Não possui	85
Desenvolvimento de protótipo de acionamentos físicos presencial e com uso do Laboratório Maker.	44	Não possui

**Visita limitada a 10 participantes. Contou com a participação maior que zero e menor que 7 (<7 participantes).*

Fonte: Autores (2024).

Tabela 2: Distribuição de temas entre professores UC.

Turma	Professor remoto	Professor presencial
Manhã	Princípios de Cálculo	Princípios da Física Mecânica
Noite	Princípios da Física Mecânica	Princípios de Cálculo

Fonte: Autores (2024).

Figura 3: Ilustração de momento em que estudantes executam máquina de Rube Goldberg

Fonte: Autores (2024).

Entre as ações realizadas para os estudantes associarem conteúdos fundantes com aplicações de engenharia foi realizado o desafio maker com a construção de protótipo de Máquina de Rube Goldberg (Figura 3), que prevê utilização de leis da física para a execução de uma tarefa simples de forma complexa. De maneira divertida os estudantes puderam aplicar conhecimentos teóricos em solução de problema, além de vivenciar a utilização de laboratório de máquinas e equipamentos de engenharia com aprendizagem de uso de ferramentas e normas de segurança de trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As entregas realizadas do projeto A3 demonstraram engajamento dos estudantes dada a pontualidade e participação geral das turmas nos dias de apresentação. A frequência nos dias das respectivas aulas foi superior a 80%. A participação nas aulas presenciais ao longo do semestre também foi positiva com participação média de 75% dos estudantes com variações nas semanas de aulas. Quanto as notas das avaliações formais e participação dos estudantes valores são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Nota média das turmas (avaliações A1 e A2) e participação, em número dos estudantes

Avaliações	Turma Manhã		Turma Noite	
	Número de alunos	Média das notas	Número de alunos	Média das notas
A1 – dia 1	26	68%	78	73%
A1 – dia 2	9	51%	10	68%
A1 – dia 3	7	83%	8	58%
A2 - dia 1	18	68%	86	75%
A2 – dia 2	16	68%	9	64%
A2 – dia 3	10	53%	2	30%

Deve-se considerar nas avaliações que as mesmas são aplicadas com questões randomizadas por dia de aplicação para as duas turmas. Assim, A1 do dia 1 é a mesma avaliação nos dois turnos, bem como os outros dias. Não foram considerados aqui os dias de aplicação de segunda oportunidade por apresentarem baixo número de alunos participantes.

Os dados das avaliações demonstram que os estudantes dos dois turnos obtiveram médias de notas nas avaliações semelhantes para a A1. A turma manhã apresenta uma média de rendimento de 67% e a turma noite de 66%. Para a avaliação A2 a média das notas é de 63% para a turma manhã quando comparada a 56% da turma noite. Há variações nos dias de aplicações que não serão consideradas neste estudo, mas podem revelar o perfil de estudantes quando comparados a outros critérios, como: perfil de participação em aulas remota síncrona e presencial, pró atividade em tarefas, relações entre os pares, entre outros.

A título de relato para a experiência de dualidade na presente UC os números podem indicar um bom aproveitamento das experiências práticas no laboratório maker na aprendizagem dos estudantes além da relação próxima com o especialista.

Destaque geral das ações se apresenta para o estudante Victor Eduardo de Carvalho Cunha, estudante de primeiro período do curso de engenharia de controle e automação, do turno noite. O estudante participou da ação inicial de semestre com os membros da CNH e ganhou o brinde réplica de um dos produtos da empresa. O estudante movido por curiosidade automatizou seu brinde de forma autônoma buscando autodesenvolvimento dos elementos de automação ligados a sua busca profissional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Dualidade apresentada na matriz curricular atual é um avanço na formação profissional nos cursos de engenharia. A percepção dos estudantes de que as empresas que contratam estão mais próximas do seu espaço de formação leva-o a uma reflexão sobre seu autodesenvolvimento, não só curricular, mas também socioemocional. Os estudantes passaram a valorizar o desenvolvimento de suas hard skills com igual importância para as suas soft skills. Foi possível notar nos relatos dos alunos, de forma presencial, que a proximidade das pessoas ligadas a indústria traz a eles a noção do quanto precisam aprender sobre se relacionar com os seus pares de forma positiva e com empatia. A relação financeira foi apresentada como importante na aproximação da empresa pelos estudantes, mas o diálogo nas aulas demonstrou que muitos não se consideram capazes de assumir, algum dia, uma posição profissional dentro destas empresas, trazendo assim mais um fator a ser trabalhado com os estudantes em experiências futuras.

As dificuldades apresentadas no decorrer da proposta estão ligadas ao número de alunos matriculados na UC. Turmas com grandes números de estudantes, sobretudo no turno noturno que pressupõe já uma atividade profissional em curso, por vezes tira do aluno a possibilidade de participação em visitas técnicas e atividades em laboratórios físicos. Outra dificuldade observada é a relação de abertura da indústria para grandes grupos. Há uma limitação de participantes que seja segura para experiências de campo. A palavra com o especialista se mostra mais efetiva como ação de dualidade, o que pode demandar alguma contrapartida institucional na condução com estes profissionais.

Como perspectivas futuras consideram-se mais ações realizadas em parceria com as indústrias locais a partir do presente relato, além de publicações em congressos acadêmicos para divulgação científica que traz luz na formação não só das engenharias como de toda formação profissional no Brasil.

REFERÊNCIAS

[1] Almeida, M.E., da Silva, T.P., Nunes, D.R., Bezerra, K.A. Soares, A. & Albuquerque, A.V.S.M. (2019). Aprendizagem profissional no Brasil: panorama e análise da trajetória laboral dos egressos. No IPEA (ed.), Mercado de Trabalho: conjuntura e análise (pp. 175-190). Rio de Janeiro: IPEA.

[2] BMZ - Ministério Federal de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (ed.) (2012). Formação profissional em cooperação para o desenvolvimento: documento de posição Documento de estratégia da BMZ 8. Bonn & Berlin: BMZ.

[3] ALMEIDA, Elizabeth . Transformação no trabalho e na formação docente na educação a distância online. Revista Em aberto, Brasília, v.23, n.84, Nov, 2010.

[4] BRUNO, Adriana & LEMBRUGUER, Marcio. Docência na Educação online: professorar e (ou) tutorar? In BRUNO, Adriana. *et al*. Tem professor na rede. Juiz de Fora: UFJF, 2010.

[5] CAMPOS, Gilda H. B. Mediação pedagógica: cooperação entre pares como estratégia pedagógica. In Campos, Gilda H.B. *et al*. As relações colaborativas: desafios da docência online. Curitiba, PR: CRV, 2011

[6] EULER, Dieter. El sistema dual en Alemania - es posible transferir el modelo al extranjero? Alemania: Bertelsmann Stiftung, 2013.

[7] OLIVEIRA, Lana Cristina de; SOUZA, Amanda Aguiar de. As possíveis contribuições do modelo dual de educação para o ensino superior de contabilidade. Revista Valore, Volta Redonda, 6 (edição especial): 41-61, 2021.

[8] PAIR, Claude. A formação profissional, ontem, hoje e amanhã. A educação para o Século XXI: questões e perspectivas. Organizador Jacques Delors. Tradução: Fátima Murad.-Porto Alegre: Artmed, 2005.

Capítulo 5

Soluções industriais a partir do monitoramento remoto de energia

Pedro Prates Valério
Hugo Vilaça Lima
Hugo Leandro Tomaz Rangel
Margarete Aparecida Pereira
Davidson Andreoni Rocha
Clarissa Ana Zambiasi
Pedro Henrique Salgado Carvalho
Geovanna Gabrielle Barbosa de Paula
Lorena Paula dos Santos
Orlando Gama da Silva Junior
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Madrith Sthel Costa Duarte
Vanessa Mota Vieira

Resumo: A evolução tecnológica e a utilização dos processos de acordo com o conceito da Indústria 4.0, tornaram os sistemas produtivos mais inteligentes. Esse desenvolvimento, fez com que as empresas buscassem formas otimizadas de gerenciar suas perdas energéticas através de novas tecnologias, novos hábitos e novas rotinas de trabalho. Neste contexto, há uma tendência na substituição destes medidores eletrônicos por medidores digitais automatizados, com o objetivo de maior precisão e leitura remota, que permite a identificação de desperdícios e pontos de fugas energéticas, possibilitando assim, a correção do sistema. Desta forma, o objetivo desse estudo é propor uma alternativa para aplicação do monitoramento e controle remoto do consumo de energia, sendo suporte para o planejamento do sistema de gestão de eficiência energética de qualquer empresa e não limitado a um segmento específico. Afinal, do ponto de vista da eficiência energética, a aplicação deste monitoramento se constitui em um formato aberto e criativo podendo ser modificado de acordo com a necessidade de cada empresa. O estudo se divide em 3 etapas: Mapeamento do Processo, Aplicação do sistema de monitoramento (levantamento do consumo de energia elétrica, por setor) e Configuração do sistema para responder aos níveis de consumo estabelecidos pela organização. O aplicativo tem como vantagens em relação aos concorrentes o foco na gestão da operação e no usuário, mas não apresenta foco na gestão de ativos. O desafio se estabelece em continuidade, considerando a inserção de dados reais para monitoramento, para o teste da robustez do sistema. A necessidade de diversificação do sistema energético, aliada a ações de eficiência energética, tem feito com que pesquisas envolvendo este assunto sejam desenvolvidas para promover um consumo e geração de forma mais eficaz. Diante disso, cabe a proposição de alternativa para aplicação do monitoramento e controle remoto do consumo de energia, sendo suporte para o planejamento do sistema de gestão de eficiência energética de qualquer empresa

Palavras-Chave: Evolução tecnológica, consumo de energia, eficiência energética.

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica e a utilização dos processos de acordo com o conceito da Indústria 4.0, tornaram os sistemas produtivos mais inteligentes e capazes de identificar as necessidades do processo. Esse desenvolvimento, fez com que as empresas buscassem formas otimizadas de gerenciar suas perdas energéticas através de novas tecnologias, novos hábitos e novas rotinas de trabalho. Segundo a estimativa da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (Abesco), entre os anos de 2015 e 2017 o desperdício de energia elétrica custou ao Brasil 61,7 bilhões de reais, sendo a indústria o maior consumidor de energia nesse período.

De acordo com Confederação Nacional de Indústrias (CNI), motores elétricos, refrigeração, ar comprimido e iluminação são os principais responsáveis pelo consumo de energia elétrica da sua indústria. Além disso, poucos setores no Brasil possuem gestão eficiente do uso de energia e controle efetivo de suas instalações para ganho energético e redução perda energética.

Quando projetos de Eficiência Energética são aplicados, eles se transformam nas principais ferramentas para a redução de custos e, consequente obtenção do desenvolvimento sustentável do setor produtivo ou de serviço. Entretanto, para se obter o melhor desempenho das ações de melhorias, com foco na Eficiência Energética, é necessário realizar o monitoramento da planta industrial (BARBOSA, 2017).

Atualmente vem surgindo a necessidade de novas tecnologias, frente as necessidades de monitoramento e verificação de energia elétrica principalmente através da substituição dos medidores eletromagnéticos, que foram patenteados em 1872, por Samuel Gardiner, esse medidor marcava em um relógio a quantidade de tempo em que a chave ficou ligada. Os medidores elétricos foram aperfeiçoados ao longo dos anos até a década de 90, quando foi desenvolvido os, medidores eletrônicos mais precisos. (DAHLE, 2010 *apud* BRITO, 2016).

Segundo Brito (2016), tem uma grande tendência na substituição destes medidores eletrônicos por medidores digitais automatizados, com o objetivo de maior precisão e leitura remota. Estes podem se aplicar a consumidores industriais de pequeno e grande porte. Este sistema pode se apresentar como uma alternativa de combate a perdas, desperdícios e furtos de energia, e portanto, contribuir para os Projetos de Eficiência Energética.

Com o passar dos anos, é notável a buscas por tecnologias que melhorem os processos industriais, buscando a redução de custos e o aumento da produtividade, tendo em vista a maior margem de lucro possível. Para que tal condição seja atendida, os equipamentos envolvidos nos processos devem estar aptos às demandas que lhes são exigidas. Sabe-se que para a redução do custo operacional é necessário que o uso de energia elétrica seja feito de maneira eficiente, e atrelado com as diretrizes de políticas energéticas das organizações.

O tema Eficiência Energética, cujo intuito é aprimorar processos para minimizar ou evitar o desperdício de energia é de interesse de gestores e inclusive do poder público, pois o setor industrial, juntamente com o setor de transportes, são responsáveis por grande parte da energia consumida no pais. Desta forma, o objetivo desse trabalho é propor uma alternativa para aplicação do monitoramento e controle remoto do consumo de energia, sendo suporte para o planejamento do sistema de gestão de eficiência energética de qualquer empresa e não limitado a um segmento específico, pois do ponto

de vista da eficiência energética, a aplicação deste monitoramento se constitui em um formato aberto e criativo podendo ser modificado de acordo com a necessidade de cada empresa. Para atingir ao objetivo, será discutida a metodologia de implantação do sistema e a avaliação do mercado a partir do estudo de sistemas similares.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido pelo grupo de alunos do Engineering Lab da Cidade Universitária (CDU), projeto que integra a Rede de laboratórios temáticos do Anima Hub e tem o objetivo de catalisar e fomentar oportunidades de inovação e empreendedorismo de base tecnológica. Para alcançar seus objetivos o Engineering Lab CDU possui Squads que envolvem alunos dos cursos de engenharias e tecnologia da informação da instituição. Destaca-se que os discentes trabalharam de forma interdisciplinar sob a orientação dos professores orientadores. Dessa forma, realizaram-se encontros semanais, quando foram discutidas entregas e etapas do projeto. Além disso, ao final de cada semestre, os trabalhos são apresentados a uma banca avaliadora e envolve a participação de todas as Squads do Ânima Hub.

2.1. PROPOSTA DO TRABALHO

Com o foco central em trazer soluções industriais inovadoras e que permitam o crescimento sustentável de qualquer organização, sendo proposito dessa pesquisa um sistema que permite o monitoramento e controle remoto do consumo de energia elétrica. Destaca-se que a pesquisa não se limita a um segmento industrial, sendo adaptável conforme a necessidade da organização. Essa flexibilidade é vista como um ponto favorável para o sistema. Além disso, para o desenvolvimento do sistema proposto, o projeto conta com a parceria da Creative Nurv, Startup especializada em negócios digitais.

Entretanto, é importante salientar que além de um sistema que auxiliará a organização, existe por trás de sua aplicação, uma metodologia de trabalho, que são procedimentos indispensáveis para a adequada usabilidade do sistema, conforme representado pela Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de implantação

Fonte: Autores (2024).

2.1.1. MAPEAMENTO DO PROCESSO

Para iniciar a implantação do sistema é fundamental o conhecimento do processo, por isso será feito seu mapeamento. Independentemente do perfil da organização, esse será o passo inicial, pois aqui serão identificadas as principais áreas da organização e suas atividades.

O mapeamento do processo industrial será realizado por meio de fluxo de entrada e saída de materiais e insumos e capacidade de produção com a consequente delimitação de indicadores de consumo específicos e modelagem matemática seja de consumo energético por produção ou de consumo energético por etapas representativas da matriz energética da unidade consumidores.

A criação de indicadores de forma remota é de suma importância para avaliar a real dependência energética em cada etapa do processo do cliente e sua consequente possibilidade de otimização energética.

2.1.2. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA, POR SETOR

Após mapear o processo, será aplicado o sistema de monitoramento para realizar o levantamento e classificação do nível de consumo de energia elétrica de cada setor e seu respectivo custo. Neste momento, será possível avaliar o estado atual da organização e confrontar com suas metas de consumo, que também serão registradas no sistema. A estimativa do consumo de energia poderá ser realizada a partir medição inicial da corrente elétrica em níveis específicos do processo, ou seja, por meio de um transformador de corrente toroidal realizar uma amostra da corrente do sistema produtivo, dos principais equipamentos ou do uso final mais representativo.

Após análise da corrente elétrica será necessária uma estimativa do tempo de utilização de cada equipamento ou processo, considerando que a tensão elétrica e o fator de potência se manterá constante durante a realização das campanhas de medição.

Ao utilizar sensores de corrente tipo TC bipartido na medição será possível desenvolver um sistema de comunicação que envie os dados de medição em tempo contínuo para o concentrador/gateway, o mesmo deverá enviar todos os dados para tratamento em nuvem via TCP/IP, no mínimo, por wi-fi e ethernet.

A placa utilizada na medição será alimentada por uma fonte de 9-12 volts, tendo também uma bateria interna como fonte de alimentação auxiliar. É necessário que esse equipamento seja protegido por um case com grau de proteção IP64: Resistência à umidade, poeira e ao calor. A resistência à umidade é necessária por se tratar de um equipamento eletrônico, sujeito a curtos-circuitos e oxidação. Eventos que podem reduzir drasticamente sua vida útil, enquanto a proteção contra poeira é necessária considerando que em ambientes industriais esse resíduo é produzido em grandes quantidades, e o seu acúmulo nos dispositivos de medição seria extremamente nocivo.

2.1.3. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA PARA RESPOSTAS AOS NÍVEIS DE CONSUMO ESTABELECIDOS PELA ORGANIZAÇÃO

Diante do levantamento energético de cada setor, será realizada a sua classificação por nível de consumo. Além disso, nesta etapa será possível configurar o sistema para responder com alerta para níveis de consumo próximos ao estabelecido pela organização. A análise do consumo deverá levar em consideração os efeitos que as demais grandezas

geram no custo energético do equipamento. Deverá também realizar uma análise dos dados de corrente e potência para identificar possíveis desvios no processo que possam contribuir para o aumento do consumo, e de forma autônoma avisar ao usuário problemas no processo e orientando-o com as melhores ações para diminuir o consumo.

Pode-se afirmar que a medição das grandezas necessita de um tratamento e modelamento matemático para que por meio de um sistema adaptativo seguido de inteligência artificial consigam-se criar indicadores com previsibilidade de monitorar os níveis de consumo energético atuais e futuros dos estabelecimentos.

Após levantamento do consumo e de indicadores energéticos será possível desenvolver ferramentas capaz de identificar tanto a performance energética quanto a modalidade tarifarias dos consumidores e consequentemente sugerir ferramentas de otimização do consumo de energia.

3. RESULTADOS E PRINCIPAIS PONDERAÇOES / DISCUSSÕES

O principal resultado esperado é a contribuição com incrementos de eficiência, sempre considerando cenários realísticos, com soluções para demandas organizacionais. Destaca-se ainda, que ao longo do levantamento feito para construção dessa proposta, foram avaliados alguns sistemas similares (Tabela 1).

Tabela 1: Sistemas similares

Nome do App Similar	Referência (Portal ou Artigo)	O que ele faz (potenciais forças)	O que ele Não Faz (potenciais melhorias)	O seu app contribui (ganha em)
Tractian	www.tractian.com	Controle sobre o consumo de energia do ativo	Foco na gestão do ativo	Foco na Gestão da operação e no usuário
Way2	www.way2.com.br	Controle sobre o consumo de energia do ativo	Foco na gestão do ativo	Foco na gestão da operação e no usuário

Fonte: Autores (2024).

Destaca-se, frente ao contexto, que buscam-se trazer as mesmas funcionalidades dos Sistemas avaliados, mas que tenha o diferencial de possibilitar a maior gestão do ativo, com informações de manutenção preditiva e ou preventiva, ordem de serviços em aberto e indicadores de desempenho.

Além do levantamento de similares disponíveis no mercado, buscou-se avaliar de maneira mais profunda o sistema proposto, de forma a demonstrar aquilo que o sistema será capaz de realizar e quais possíveis riscos devem ser monitorados (Figura 2).

Figura 2: Avaliação das características do Sistema

Fonte: Autores (2024).

Com base nas informações apresentadas, a proposta tem como público alvo empresas e gestores de diferentes setores. O desafio, no momento, é a inserção de dados reais para monitoramento, para o teste da robustez do sistema.

4. CONCLUSÃO

A necessidade de diversificação do sistema energético aliada a ações de eficiência energética tem feito com que pesquisas envolvendo este assunto sejam desenvolvidas para promover um consumo e geração de forma mais eficaz. Diante disso, propor uma alternativa para aplicação do monitoramento e controle remoto do consumo de energia, sendo suporte para o planejamento do sistema de gestão de eficiência energética de qualquer empresa.

Para dar prosseguimento a proposta de trabalho é fundamental avaliar os concorrentes que atuam no mercado, para isto foram realizados estudos sistemas similares e notou-se que o grande diferencial da proposta poderia ser a gestão do ativo, envolvendo avaliação de diferentes indicadores de desempenho, tempos de paradas e manutenções programada.

Além disso, ficou evidenciado no trabalho que tão importante quanto o desenvolvimento do sistema é a metodologia de implantação. Essa metodologia envolve o mapeamento do processo, levantamento de consumo de energia por setor e ativo e configuração do sistema para responder a níveis de consumo de energia elétrica estabelecidos pela empresa.

<table>
<tr>
<td>Quais os tipos de usuários estarão no projeto?

Empresas parceiras, gestores de produção.</td>
<td rowspan="2">Contribuições esperadas da ferramenta:

Mapeamento dos ativos da organização

Levantamento do consumo de energia

Identificação de desperdícios com energia elétrica e custos atrelados</td>
<td rowspan="3">Objetivo Geral do App/sistema:

Desenvolvimento de um sistema para monitoramento e controle do consumo de energia, de forma remota</td>
<td>Desafios e Riscos do app/sistema:

Inserção de dados reais (corretos) pelo usuário</td>
<td rowspan="2">Quais análises estatísticas e estratégicas podem ser feitas com o uso do app/sistema?

Histórico de consumo de energia por ativo e custo

Monitoramento do desempenho do ativo

Histórico de manutenção e tempo de parada</td>
</tr>
<tr>
<td>Quais os casos de uso estarão no projeto?

Desenvolvimento e aplicação de sistemas de consumo de energia industrial</td>
<td>Desafios e Riscos das análises de dados que serão viabilizadas:

Interpretação inadequada das informações devido inserção incorreta dos dados</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Quais os dados são administrados no projeto?

Consumo de energia elétrica, tempo de parada, indicadores, ordens de manutenção</td>
<td rowspan="2">Referências Científicas para o problema:

GERFFESON G, A, Sistema de medição de consumo e qualidade da energia elétrica com acesso remoto. Dissertação de mestrado</td>
<td colspan="2" rowspan="2">Referências Científicas para a(s) Ferramenta(s):

GERFFESON G, A, Sistema de medição de consumo e qualidade da energia elétrica com acesso remoto. Dissertação de mestrado</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Quais os trabalhos relacionados a esta proposta?

Sistema de medição de consumo e qualidade da energia elétrica com acesso remoto</td>
</tr>
</table>

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. Disponível em: www.abesco.com.br/pt/. Acesso em 04 maio. 2023.

[2] BARBOSA, Carolina Maria de Almeida. **Sistema para Monitoramento e Controle Remoto do Consumo de Energia no Centro de Informática**. 2017. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia da Computação, Centro de Informática. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: https://www.cin.ufpe.br/~tg/2017-1/cmab_tg.pdf. Acesso em: 03 de maio 2023.

[3] BRITO, João Luís Grizinsky de. **Sistema para monitoramento de consumo de energia elétrica particular, em tempo real e não invasivo utilizando a tecnologia Arduino**. 2016. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.Disponível em: https://www.voltimum.com.br/biblioteca/sistema-para-monitoramento-de-consumo Acesso em: 04 maio 2023.

[4] Portal das Indústrias: Campanha da Confederação Nacional da Indústria estimula uso eficiente da energia. Disponível em https://www.portaldaindustria.com.br. Acesso em: 04 maio de 2023.

Capítulo 6

Desenvolvimento de sistema para otimização da gestão de processos

Pedro Prates Valério
Hugo Vilaça Lima
Hugo Leandro Tomaz Rangel
Margarete Aparecida Pereira
Davidson Andreoni Rocha
Clarissa Ana Zambiasi
Pedro Henrique Salgado Carvalho
Geovanna Gabrielle Barbosa de Paula
Lorena Paula dos Santos
Orlando Gama da Silva Junior
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Madrith Sthel Costa Duarte
Vanessa Mota Vieira

Resumo: A gestão de processos por meio de softwares organizacionais tem ganhado destaque em diversos segmentos. Aumenta potencialmente a eficiência no serviço, ao mesmo tempo que reduz custos, através da padronização e integração. A falta de conhecimento e compreensão do fluxo produtivo, ou mesmo a falta de capital intelectual para uma reestruturação adequada dos processos, porém, costumam impedir a transição digital e a modernização de processos para micro e pequenas empresas no Brasil. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo apresentar a adaptabilidade de um software de gestão que permite a compra e o controle de estoque e produção para uma indústria têxtil localizada no estado de Minas Gerais. Mais especificamente, a empresa está localizada na cidade de Juiz de Fora, na Zona da Mata Mineira, e atua confeccionando uniformes profissionais e institucionais, além de distribuir equipamentos de proteção individual e coletiva. Conta com 19 funcionários e produz entre 10 e 12 mil peças de uniformes por mês, com atendimento personalizado e exigente ao consumidor. O desenvolvimento do trabalho foi, portanto, dividido em 4 etapas: Mapeamento do fluxo de produção, coleta de dados, adaptação da interface do sistema e alimentação do sistema. O sistema proposto mostrou-se adaptável à empresa estudada. A aplicação do sistema possibilitou a utilização do sistema pelos clientes da empresa, não só para orçamentar suas demandas futuras, mas também para realizar pedidos com opções customizadas.

Palavras-chave: Gestão de Processos, softwares de gestão, Indústria têxtil.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do estudo de melhoria para processos é essencial em qualquer organização, independentemente do seu segmento de atuação, tendo em vista que a globalização e a competitividade do mercado exigiram que os processos fossem constantemente revistos e aperfeiçoados com a finalidade de gerar maior vantagem competitiva para as empresas, principalmente no que se refere a redução de custos e a maior eficiência das operações (SOUZA 2017).

De acordo com Nascimento (2018), as constantes transformações dos setores industriais, trouxeram para as empresas o desafio de repensarem seus processos e realizarem mudanças ou quebra de paradigmas. Além disso, é normal, principalmente em setores menos desenvolvidos, que as restrições do processo passem despercebidas. Por outro lado, várias organizações ao buscarem a reestruturação de seus processos, com o intuito de padronizar, integrar e identificar etapas restritivas, esbarrem na falta de conhecimento e entendimento do seu próprio fluxo de produção, ou até mesmo na falta de capital intelectual para uma adequada reestruturação de processos.

Segundo Melo (2017), em sistemas industriais, a Gestão por Processos trata do estudo das particularidades de cada etapa de fabricação, ou seja, de cada operação. Além disso, com a crescente competitividade entre as organizações e a necessidade de se adequar ao mercado e às exigências dos clientes, os Gestores passaram a buscar na Gestão por Processos estratégias na maneira de conduzir as operações, principalmente no que se refere ao fluxo de informações, ao gerenciamento da rotina de trabalho e a gestão integrada de cada operação da empresa.

De acordo com Santos (2012) a integração das operações é fundamental para as empresas, o Autor destaca que muitas das falhas de gestão está relacionada a individualidade das operações e que por muitas vezes os objetivos e metas de cada área são conflitantes, de modo a provocar uma redução do desempenho organizacional. Portanto, para corrigir isto, as organizações devem buscar o sincronismo das operações por meio da Gestão por processos, tendo como propósito o alinhamento dos objetivos estratégicos da organização com as metas de cada setor da empresa.

De forma geral, este estudo visa o desenvolvimento de uma solução de gerenciamento de processos, mediante a elaboração de uma interface de organizacional. A proposta será alcançada a partir da concepção de um *software* de gestão integrado, suportado por uma metodologia de trabalho, no qual pode ser aplicada ao planejamento de qualquer micro e pequena empresa. Neste contexto, não existem um segmento específico para sua aplicação, uma vez que sua concepção dar-se-á por código aberto, adaptável e criativo, podendo ser modificado de acordo com a necessidade da empresa.

Para atuar no gerenciamento do processo e implantação do sistema serão necessárias algumas etapas que são apresentados adiante. São considerados como objetivos específicos:

- Identificar produtos e serviços da empresa;
- Compreender o fluxo de informação;
- Avaliar o estado atual da empresa;
- Coletar dados de produção e avaliação;
- Identificar aquilo que realmente agrega valor dentro do sistema produtivo;

- Desenvolver o sistema de gerenciamento; e
- Alimentar o sistema desenvolvido com informações.

2. METODOLOGIA

Com o intuito de desenvolver soluções industriais de caráter tecnológico e inovador, o projeto não se vincula a apenas um segmento industrial e sim contempla diferentes setores, buscando melhorias a partir do desenvolvimento e do uso de sistemas para gerenciamento de processos. Como parceiro no projeto haverá a *Startup Creative Nurv*, especializada em negócios digitais. Além disso, para apresentar a proposta de desenvolvimento do sistema, houve a parceria com a empresa Multseg, cuja atuação é no setor de vestuário. Dessa forma, inicialmente o desenvolvimento do sistema será pautado nas necessidades da Multiseg. Não sendo a ela limitada, visto que o sistema é customisável e aderente as estratégias organizacionais de cada empresa.

A empresa escolhida para realização do estudo está localizada na cidade de Juiz de Fora, região da Zona da Mata Mineira, com 23 anos no mercado de confecções de uniformes profissionais de segurança e institucionais, também na distribuição de equipamentos de proteção individuais (EPI) e coletivos (EPC). Possui 19 funcionários e produz cerca de 10 a 12 mil peças de uniformes ao mês.

Os clientes que procuram esse tipo de produto estão interessados em atendimento personalizado, querem acompanhar de perto a escolha dos materiais, modelos de peças e principalmente que transmita a identidade visual de suas empresas. O desejo da empresa é se manter como referência na região em que está instalada, além de ser uma cidade de grande porte com localidade estratégica em Minas Gerais, fica a aproximadamente 40km do estado do Rio, possibilitando manter negócio com os clientes locais do comércio, indústria, agropecuária e das empresas deste Estado.

Apesar da sua expertise de mercado, em virtude do tempo de atuação e processos de fabricação bem definido e estruturado, a empresa deseja aprimorar sua rotina de fabricação, principalmente no que se refere ao tempo de atendimento dos pedidos. Com base nisso, o presente trabalho investigou alguns setores da fábrica, procurando compreender melhor o fluxo das operações. A princípio optou-se por levantar informações relacionadas as operações de Compra de matéria prima, Planejamento e Controle de Produção, Comercial e Estoque. Com as informações do fluxo de produção é possível adequar o sistema proposto a necessidade da empresa.

No mercado há sistemas com características similares, conforme apresentado na Tabela 1, que também buscam o gerenciamento de tarefas organizacionais. Estes sistemas são aplicados em diferentes segmentos e muitos deles possuem foco em grandes organizações, são customizados e possuem um elevado custo. O sistema proposto, pela *Squad* Soluções Industriais, busca se diferenciar pelo público-alvo, que são principalmente micro e pequenas empresas, para os quais serão ofertados sistemas com menor custo de implantação, embora seja menos customizado que aqueles existentes no mercado.

Tabela 1 – Avaliação de similares

Nome do App Similar	Referência (Portal ou Artigo)	O que faz (potenciais forças)	O que Não Faz (potenciais melhorias)	O app contribui (ganha em)	O seu app não contempla:
Soften sistemas	www.softensistemas.com.br	Gerenciamento de operações (Estoque, finanças, vendas)	Foco em grandes organizações	Foco em micro e pequenos empreendedores	Customização
Bling	www.bling.com.br	Gerenciamento de operações (Estoque, finanças, vendas)	Customização eleva o custo do sistema	Baixo custo	Customização

Fonte: Autores (2024)

2.1. PROCEDIMENTOS INDISPENSÁVEIS

É importante salientar que além de um sistema que auxiliará a organização, existe por trás de sua aplicação, uma metodologia de trabalho, que são procedimentos indispensáveis para a adequada usabilidade do sistema. Nos itens a seguir são caracterizadas as etapas do fluxograma representado que, por sua vez, se apresenta, na subsequência, por meio da Figura 1.

2.1.1. MAPEAMENTO DO FLUXO DE PRODUÇÃO:

Para iniciar a implantação do sistema é fundamental o conhecimento do processo, por isso será feito seu mapeamento. Independentemente do perfil da organização, esse será o passo inicial, pois aqui serão identificadas as principais áreas da organização e suas atividades.

2.1.2. LEVANTAMENTO DE DADOS

Após mapear o processo, será levantado os materiais e equipamentos da fábrica, identificando a prioridade do processo (Classificação ABC). Neste momento, será possível avaliar o estado atual da organização.

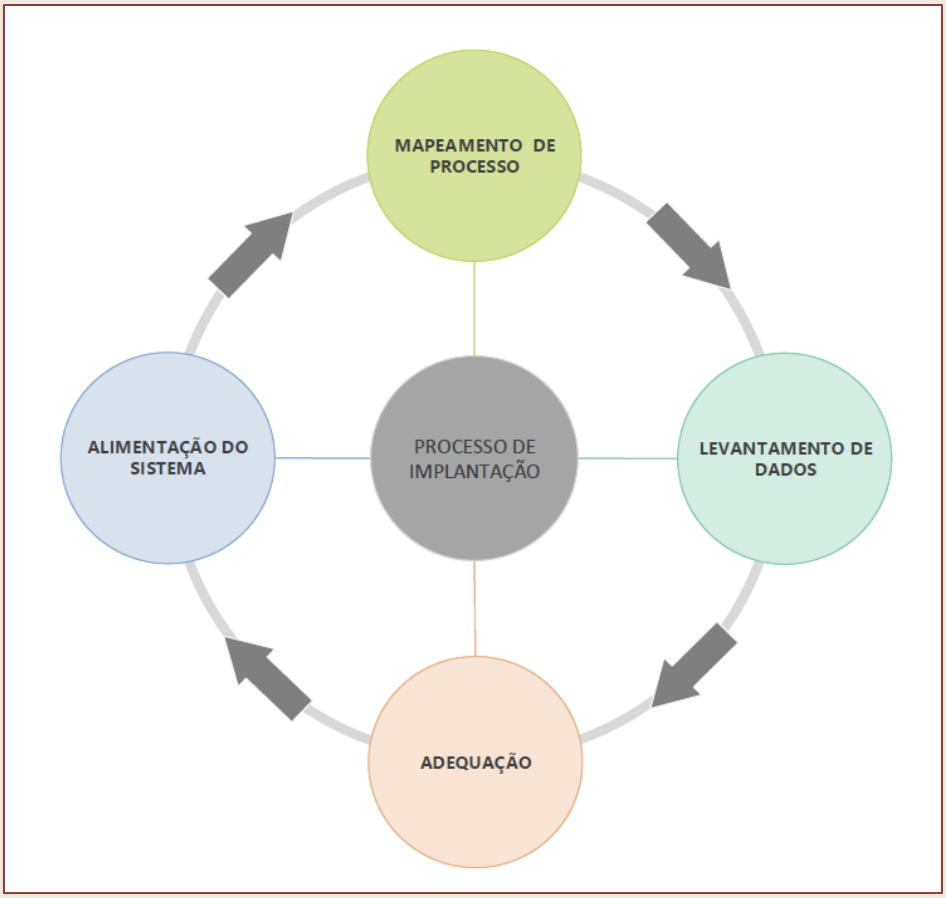
2.1.3. ADEQUAÇÃO DA INTERFACE DO SISTEMA

Diante do levantamento do processo, será realizada a adequação da interface do sistema para algumas características da empresa, tais como nome, logo marca, quantidade de itens etc.

2.1.4. ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA

A partir do desenvolvimento das atividades anteriores o sistema poderá ser alimentado para a adequada gestão do processo ou de setores específicos.

Figura 1 – Fluxograma de implantação



Fonte: Autores (2024).

2.2. INTERFACE DO SISTEMA

O sistema proposto pode ser adaptado para cada tipo de empresa, com base nisso a Figura 2 ilustra a representação da proposta de interface do sistema para auxiliar na Gestão de Uniformes da empresa estudada. O aplicativo destina-se a utilização dos clientes da empresa, para que os mesmos possam realizar não apenas os orçamentos de suas futuras demandas, mas também será permitido fazer o pedido com opção de personalização.

Com as informações dos próprios clientes, a fábrica pode realizar o planejamento da necessidade de materiais, gerenciamento de seu estoque e planejamento da sua capacidade de produção etc.

Figura 2 – *Website* para empresa

Fonte: Autores (2024).

Além do propósito tecnológico e a usabilidade para os clientes, estaria eliminando um dos problemas que muitas das vezes se parece menos prioritário, mas que impacta diretamente no *lead time*. A empresa conseguiria economizar tempo de atendimento ao cliente, conseguindo iniciar a produção com mais agilidade, impactando positivamente no tempo de entrega do produto ao cliente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para otimizar o tempo de definição das características do produto a ser adquirido pelo cliente, etapa identificada como mais crítica, foi proposto o uso de um sistema, para que o próprio cliente realize a personalização do produto de interesse, Assim agregando valor pelo tempo gasto na escolha do produto.

No setor de Estoque foi feita a proposta para utilização de um sistema Kanban, que permitindo a rastreabilidade da matéria prima no estoque, proporcionando melhor rotina de gerenciamento para o setor. Ainda neste setor, outra possibilidade seria a utilização de um sistema de código de barras, para proporcionar melhor conferência e identificação dos itens armazenados. Entretanto, esta iniciativa necessitaria de um investimento superior a primeira proposta feita para este setor.

AGRADECIMENTOS

À empresa Multiseg Uniformes e Proteção pela parceria no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] MELO, João Eduardo *et al*. Análise do Processo de Gestão em uma Empresa do Setor de Vestuário do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Espacios**. V. 38, n.58, p.14, 2017.

[2] NASCIMENTO, Stenio dos Santos. Utilização da Modelagem BPMN para Mapear o Processo de uma Linha de Produção em uma Indústria de Alimentos. In: XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil, 2018, Maceió. **Anais Enegep**. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_258_485_36082.pdf. Acesso em: 04 maio 2023.

[3] SANTOS, Sanise Ferreira. Melhoria de Processos: Um Estudo de Caso Aplicado em um Orgão da Administração Pública Municipal. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2012. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78317/000892016.pdf?sequence=1. Acesso em:

[4] SOUZA, Lidiane Soares *et al.* Sistema de Gerenciamento de Processos de Negócios (BPMS) no Fluxo de Compras de uma empresa do Setor de Bebidas. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção, 2017, Joinville. **Anais Enegep.** Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_376_32012.pdf. Acesso em: 04 maio 2023.

Capítulo 7

Contextos para a Resolução MEC/CNE/CES Nº 7, de 18 de dezembro de 2018: extensão universitária e projetos realizados nas engenharias

Pedro Prates Valério
Paulínia Lataliza França Moura
Margarete Aparecida Pereira
Clarissa Ana Zambiasi
Madrith Sthel Costa Duarte

Resumo: A extensão universitária desempenha um papel fundamental, também nos cursos de engenharias, a partir de relação dialética entre academia e sociedade. Viabilizado-se, desta forma, por meio de programas, cursos, com base em engajamento discente e docente, as atividades extensionistas visam ao desenvolvimento e formação integral de indivíduos cidadãos e profissionais, também considerando aplicação de conhecimento técnico-científico, em benefício da comunidade. O presente estudo destaca relatos dos Projetos de extensão MultiplicAção, Diálogos em Construção, e Monitoramento da Qualidade da Água em Hortas Urbanas na Vila Do Acaba Mundo, os quais se realizaram no âmbito dos cursos de graduação em Engenharia, na Cidade Universitária do Centro Universitário Una. Reiterando objetivos, contextos e resultados, inclui-se na abordagem e desenvolvimento a relevância da formação integral de futuros profissionais, frente a oportunidades e desafios, considerando potencialidades que surgem a partir de demandas culturais, sociais e também econômicas. O Trabalho se tange por destaque quesitos presentes na Resolução número 7, de 18 de dezembro de 2018, a qual estabelece Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira.

Palavras-chave: Extensão universitária, engajamento social, educação superior.

1. INTRODUÇÃO

Em contexto de transformação, no âmbito da extensão universitária, cabe destaque para seu papel enquanto uma poderosa ferramenta de impacto social, considerando premissas de conexão sólida e dinâmica entre a academia e a comunidade. De fato, as funções social, educacional e formativa das atividades de extensão se fundamentam enquanto elementos de reflexão crítica sobre a realidade contemporânea, potencializando-se em práticas acadêmicas, com o papel de estabelecer elos entre o saber acadêmico – também provindos de atividades de ensino e pesquisa – com as demandas da sociedade. Valorizam-se, assim, conhecimentos, habilidades e competências, adquiridas dentro e fora do ambiente escolar, ampliando o repertório e a capacidade reflexiva do aluno (Sperling *et al*., 2022).

No que se refere à dimensão formativa das práticas extensionistas, deve-se compreender sua interface estruturante para a formação, com estimulo à formação humanista, considerando dimensões afetiva e cognitiva, envolvendo-se problematização de conhecimentos bem como a relação com a realidade. Nesse aspecto, frisa-se condição *sine qua non* para a formação integral de indivíduos, cidadãos e profissionais, mais responsáveis, comprometidos com saltos democrático e civilizatório indispensáveis para a transformações que se almejam. As atividades de extensão se fazem de relevância para a universidade, e a indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão traz também oportunidades, e desafios, sempre em sentido de sua valorização (Marandino, 2013; Sperling *et al*., 2022).

É necessário destacar, neste ponto, a Resolução número 7, de 18 de dezembro de 2018, publicada pelo CNE, Câmara De Educação Superior, Ministério da Educação, que estabelece Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira, definindo princípios, fundamentos e procedimentos que devem ser observados no planejamento, nas políticas, na gestão e na avaliação das instituições de educação superior de todos os sistemas de ensino do país. Afinal, assim, regulamentando atividades acadêmicas de extensão dos cursos de graduação, na forma de componentes curriculares para os cursos, considerando-os em seus aspectos que se vinculam à formação dos estudantes, conforme previstos nos Planos de Desenvolvimento Institucionais (PDIs), e nos Projetos Políticos Institucionais (PPIs) das entidades educacionais, de acordo com o perfil do egresso, estabelecido nos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) e nos demais documentos normativos próprios.

Reforça-se, neste contexto, o compromisso das universidades em promover formação acadêmica cada vez mais ampla, conectada com demandas da sociedade, estabelecendo-se que a extensão deva estar intrinsecamente ligada ao desenvolvimento de habilidades e competências essenciais, para além das técnicas (Brasil, 2018).

Frente ao exposto, o presente Trabalho se desenvolve a partir da organização de informações no sentido de valorização de conhecimentos, relatos, e análise fundamental que considera a relação de atividades extensionistas, realizadas em cursos de engenharia, no sentido da geração de impactos para a Sociedade.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

O estudo conduzido e apresentado no presente capítulo desenvolve com base em relatos de 3 Projetos de Extensão, vinculados aos cursos de Engenharia da Cidade Universitária, do Centro Universitário Una, em Belo Horizonte, Minas Gerais. Alguns dos

conceitos fundamentais, os quais possibilitam realizar considerações a respeito da relação entre engenharia e sociedade, no contexto mencionado, são descritos.

Sendo assim, realiza-se pesquisa exploratória, a partir da qual indicadores e conhecimentos gerados reúnem-se no sentido da construção, também, de compreensões, com base em fundamentos contextualizados, incluindo relação de inovação e perspectivas.

3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO:

3.1. PROJETO 1: MULTIPLICAÇÃO

3.1.1. RESUMO DO PROJETO 1

O termo inteligência emocional refere-se à competência de reconhecer as próprias emoções e as dos outros, além da habilidade de lidar com estes sentimentos. Objetivou-se a partir do projeto, apresentar e oferecer ferramentas de gestão de tempo e escolhas, desenvolvimento de projetos, ferramentas de gestão ágil a fim de otimizar a performance, desenvolvimento de soft skills. O projeto colheu resulta- dos significativos, com relatos dos alunos impactados positivamente, podendo aplicar o que está sendo visto nos encontros no ambiente familiar, acadêmico e profissional, utilizando de ferramentas em entrevistas de estágio, emprego, conversas com seus líderes.

3.1.2. INTRODUÇÃO DO PROJETO 1

O termo inteligência emocional refere-se à competência de reconhecer as próprias emoções e as dos outros, além da habilidade de lidar com estes sentimentos. Essa denominação surge com o propósito de expandir o conceito tradicional de inteligência, ampliando o estudo das emoções quanto aos aspectos individuais e sociais (WOYCIEKOSKI & HUTZ, 2009).

É normal ocorrer situações estressantes e desafiadoras no dia a dia da vida profissional e pessoal. No entanto, saber como gerir todos estes estímulos de forma coerente, é fundamental para a sua saúde emocional e garantir sucesso em áreas específicas da vida. Entretanto, a perda da gestão emocional pode resultar em problemas, interferindo no comportamento e na percepção das pessoas do meio. Uma fração de segundo em que não é realizada a gestão da emoção, já é mais que o suficiente para prejudicar relações interpessoais, perder uma grande oportunidade de emprego, deixar de ter um bom resultado em uma prova acadêmica, falhar em uma apresentação e em outros casos, pode comprometer a saúde física e influenciar na sua qualidade de vida.

Conforme Goleman (2012), de fato, não há um sucesso autêntico sem o sucesso emocional. E apesar das mais de três mil emoções com palavras para descrever, uma pessoa em média experimenta apenas uma dúzia de emoções diferentes, ao longo da semana. Mas isso não reflete a capacidade emocional, e sim as limitações de nossos padrões atuais de foco e fisiologia.

3.1.3. OBJETIVOS DO PROJETO 1

O presente Projeto visa apresentar a metodologia e os resultados obtidos durante a execução do projeto multiplicação. Objetivou-se a partir do projeto, apresentar aos

alunos e oferecer ferramentas de gestão de tempo e escolhas, desenvolvimento de projetos, ferramentas de gestão ágil a fim de otimizar a performance, desenvolvimento de soft skills, que são fundamentais para o profissional do século XXI. Ainda, buscou-se acolher e formar continuamente os discentes para o mercado de trabalho, incentivar a autonomia e desenvolver técnicas de inteligência emocional, fundamentais para todos os profissionais atuantes no mercado, fortalecendo também a diversidade e a equidade.

O projeto realizado está de acordo com Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis da ONU, sendo o objetivo 3 e o 10, pois além de abordar questões de inteligência emocional e ferramentas de saúde emocional, também contribui para a capacitação de profissionais, podendo disputar melhores vagas e se destacar no mercado de trabalho.

3.1.4. REFERENCIAL TEÓRICO DO PROJETO 1

O termo Inteligência Emocional tornou-se conhecido na década de 1990 pela obra de Daniel Goleman (1995) intitulada "Inteligência Emocional". Logo após o lançamento desse livro, o termo foi rapidamente disseminado em diversos segmentos da sociedade (GOLEMAN, 1995; ROBERTS *et al*., 2002). Mas, ao contrário do pensado, esse conceito não foi proposto por Daniel Goleman, mas por Peter Salovey e John Mayer em 1990.

Segundo Mayer, Salovey e Caruso (2000), a relação teórica entre inteligência e emoção já era usada antes da divulgação do termo inteligência emocional no início da década de 1990, sendo utilizado pela primeira vez por Payne (1985, citado por HEIN, 2003) em sua tese de doutorado, em que ele apresenta uma estrutura teórica fundamentada e discute a emoção e a inteligência emocional do ponto de vista filosófico, sem dar ênfase à demonstração empírica de suas ideias, o que levou a pouca receptividade do modelo.

Conforme Goleman (1995), o desenvolvimento do QE (coeficiente emocional), além do QI, é cada vez mais importante para o sucesso e sobrevivência das empresas.

3.1.5. METODOLOGIA DO PROJETO 1

Por meio de encontros semanais, coordenados pela Professora Clarissa Ana Zambiasi, foram refletidas e debatidas ações, atitudes e escolhas que são importantes para tomadas de decisões, tanto no ambiente acadêmico, como familiar e profissional. Os alunos possuíam tarefas a executar com base em experiências que têm vivido, para poder refletir sobre valores, escolhas, crenças e alinhamento de expectativas. Com os temas escolhidos para cada um dos encontros, foram apresentadas e ensinadas ferramentas relacionadas às principais habilidades do futuro, como adaptabilidade, inteligência emocional elevada, desenvolvimento de soft skills entre outros também importantes. O projeto contou com aproximadamente 50 alunos participantes e com um cronograma claro e linear, desenvolvendo o aluno com o passar dos encontros, com maiores aprofundamentos, reflexões e ações. Os temas abordados foram: Gestão do Tempo e Escolhas; Identificação de valores pessoais; Posicionamento e Postura; Desenvolvendo soft skills; Identificando crenças e Fortalecendo o pertencimento.

3.1.6. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO PROJETO 1

O projeto atendeu alunos de diferentes cursos do Centro Universitário UNA. Pode-se observar a partir do relato deles que o projeto acabou impactando não somente os alunos, que estavam diretamente envolvidos, mas também os familiares e pessoas que convivem com o discente, pois o seu comportamento diferente acabou influenciando o seu entorno. Com essa atuação na sociedade, são fortalecidas a diversidade e a equidade. Os alunos da instituição envolvidos no projeto estão desenvolvendo-se na formação e gerenciamento de pessoas, visando formação para melhor preparo ao ingressar no mercado de trabalho. Na Figura 1 observa-se um compilado dos temas abordados durante o semestre em cada encontro semanal.

Figura 1: Temas abordados durante o Projeto

Fonte: Autores (2024).

A aplicação de alguns dos temas na vida cotidiana dos participantes pode ser observada nos relatos a seguir:

Aluno 1: *"Algumas ações tanto da minha vida profissional quanto da minha vida pessoal não estão de acordo com meus valores muitas vezes pelas rodas de amigos que frequentava, por falta de planejamento, por procrastinação. Quando consegui identificar onde estava errando pude colocar metas para mim mesmo, como por exemplo, hoje eu me planejo com antecedência, parei de sentar em mesas que eu pudesse ser o assunto quando saísse, procuro me afastar de tudo que tira minha concentração e que me faz enrolar em cumprir minhas tarefas. Passei a me planejar tanto diariamente como mensalmente, seleciono lugar que frequento, procuro não deixar a preguiça tomar conta de mim*".

Aluno 2: *"Uma parte que me chamou atenção nessa aula e, que me fez refletir, foi sobre o tempo de sono e como ele influencia no humor. Pois, eu parei para pensar e eu convivo com uma pessoa que dorme cinco horas, no máximo seis, e ela diz que esse tanto, para ela é suficiente. Porém, normalmente, ela se estressa fácil e quando vai ficando tarde da noite ela também parece que bebeu. E eu fiquei bastante surpresa em conseguir fazer essa conexão real entre o conteúdo abordado e minha vida pessoal".*

Aluno 3: *"Há três semanas atrás eu não saia nem da cama para assistir aula da faculdade, pensei muito em como estava em atraso na minha produtividade, saúde e estabilidade mental. Após tanto tempo procrastinando mudei de vida de um dia pro outro, pensando realmente no meu bem e hoje em dia, faço caminhada, academia, uma reeducação*

alimentar, como consequência um sono melhor, produtividade na hora de estudar, bom humor e energia para o dia todo".

3.1.7. CONCLUSÃO DO PROJETO 1

O projeto colheu resultados significativos, com relatos dos alunos impactados positivamente, podendo aplicar o que está sendo visto nos encontros no ambiente familiar, acadêmico e profissional, utilizando de ferramentas em entrevistas de estágio, emprego, conversas com seus líderes. Além disso, a instituição tem uma troca com a sociedade, firmando a entrega de profissionais aptos a enfrentarem diferentes situações e com aplicações de ferramentas de soft skills. Já o discente, recebe formação técnica e emocional, estando preparado para disputar as melhores vagas, liderando equipes com as habilidades adquiridas.

3.2. PROJETO 2: DIÁLOGOS EM CONSTRUÇÃO

3.2.1. RESUMO DO PROJETO 2

O termo inteligência emocional se vincula a estudos envolvendo empatia, expressão e compreensão dos sentimentos e capacidade de adaptação. Considera-se que habilidades emocionais tendem a influenciar estudantes em níveis diversos, incluindo em processos adaptativos sociais, intelectuais e psicossociais. Nesse contexto, e considerando o Objetivo nº 3, de Desenvolvimento Sustentável da ONU, o projeto Diálogos em Construção se propõe somado a filosofias em sentido de equilíbrio individual, cidadão e profissional. Reencontros remotos semanais se propuseram, dialogando com a filosofia ikigai, ressaltando-se valores e propósitos. Os inícios dos encontros envolveram compartilhamento de experiências, avaliando perspectivas futuras e tangibilização de planos e sonhos. Ao final de cada encontro, atividades reflexivas – estimuladas por questionários, testes, relatos em áudio e vídeo, entre outros – atenuaram gerenciamento de escolhas. Textos e podcast se compartilharam em continuidade, na plataforma Telegram. Resultados envolveram coleta de relatos de 24 participantes, oriundos de 15 cursos áreas diversas do conhecimento, na Cidade Universitária Una, em Belo Horizonte, Minas Gerais. Registraram-se percepções coletivas de impactos positivos, também considerando relação dialógica com a sociedade, potencializando consciência em âmbitos individual, cidadão, familiar e profissional. A continuidade do projeto traz sentido de desenvolvimento avançado para discentes do e ensino superior, fundamentando realizações de Sonhos.

3.2.2. INTRODUÇÃO DO PROJETO 2

Em 1995, quando Daniel Coleman lançou o livro Inteligência Emocional passou-se a discutir a importância das habilidades emocionais no mundo do trabalho. Desde então, muitos livros e estudos têm sido publicados sobre este assunto tanto no âmbito corporativo quanto no âmbito educacional (ROBERTS et.al, 2002; WOYCIEKOSKI e HUTZ,2009; TOMAS et. al, 2015; GARCIA-CABRERA et. al, 2015). Apesar do termo inteligência emocional ter ganhado notoriedade no livro supracitado, o termo foi cunhado pela primeira vez em 1990 pelos psicólogos Peter Salovey e John Mayer, que estudaram as qualidades emocionais que pareciam ter importância para o êxito. Dentre estas

qualidades podem ser citadas: empatia, expressão e compreensão dos sentimentos e capacidade de adaptação (BUENO e PRIMI, 2003; FERNANDEZ, 2003).

Segundo Fernández-Berrocal *et al*. (2008) carências em habilidades que consideram inteligência emocional influenciam estudantes dentro e fora do contexto escolar em todos os níveis da escolarização. Inclui-se a transição do ensino médio para o ensino superior, enquanto processo adaptativo social, intelectual e psicossocial (TOMAS, 2014). Tento tal fato em vista, assim como o Objetivo 3, dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, foi proposto o projeto Diálogos em Construção com o objetivo abordar questões de inteligência emocional, filosofias que buscam o equilíbrio da vida profissional e pessoal e ferramentas de saúde emocional, visando o desenvolvimento de habilidades desejáveis no século XXI, como a adaptabilidade.

3.2.3. OBJETIVOS DO PROJETO 2

O presente capítulo tem como objetivo geral apresentar a concepção, a metodologia e os resultados obtidos durante a execução do projeto Diálogos em Construção. Os objetivos específicos são: apresentar a necessidade de programas de desenvolvimento de habilidades de inteligência emocional por meio de depoimentos dos alunos participantes, apresentar a importância da troca de experiência entre os jovens participantes.

3.2.4. REFERENCIAL TEÓRICO DO PROJETO 2

Até a década de 1990, as empresas utilizavam o quociente de inteligência (QI) para a seleção de candidatos a cargos de liderança. Como resultado desta seleção foi observado a presença nestas posições indivíduos com currículos escolares excepcionais, mas com pouca capacidade de trabalhar em equipe. Com a evolução da discussão do tema, observou-se que outros fatores determinavam o sucesso dos profissionais, dentre eles o quociente emocional (LONGHI, 2016).

Goleman (2014) afirma que tanto o QI quanto quociente de emocional (QE) são importantes para a formação de um líder, mas de formas diferentes. Para este autor quanto maior o cargo de liderança maior a importância da inteligência emocional. Apesar do conhecimento da importância das habilidades da inteligência emocional, no Brasil estas habilidades só foram contempladas nas Bases Nacional Comum Curricular em 2017. No Brasil, fomento das habilidades socioemocionais, tem sido influenciada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, a qual vem se articulando com o Instituto Ayrton Senna, o Ministério da Educação (MEC) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) como divulgadores das habilidades socioemocionais (RODRIGUES e FERNANDES, 2017).

O desenvolvimento de habilidades socioemocionais e da inteligência emocional tem sido cada vez mais valorizados pelas empresas, pois o conhecimento técnico não impede tomadas de decisões equivocadas em momentos de pressão e estresse.

3.2.5. METODOLOGIA DO PROJETO 2

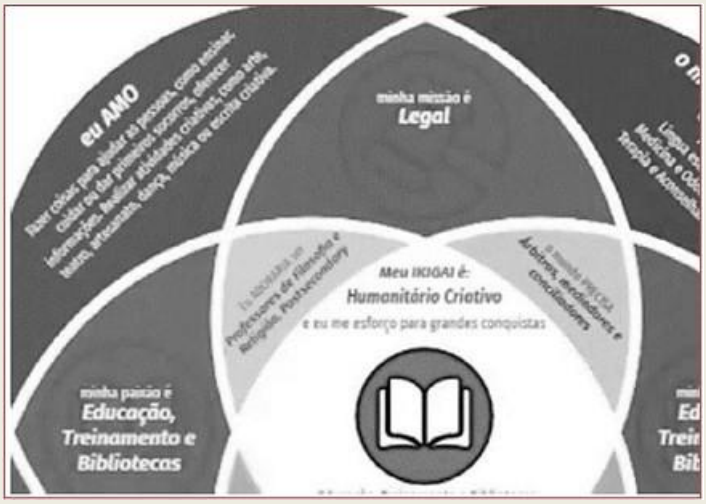
Durante a execução do projeto, sob coordenação da Professora Margarete Aparecida Pereira, foram realizados encontros semanais na plataforma Zoom, com duração de 60 minutos. Nestes encontros, foram apresentados materiais sobre ikigai, a importância dos valores pessoais e propósitos, postura e posicionamentos, habilidades desejadas para os profissionais do século XXI e inteligência emocional. No final de cada encontro, eram propostas atividades, nas quais os participantes eram convidados a refletirem sobre a suas experiências, suas expectativas e gerenciamento das escolhas. Estas reflexões eram estimuladas por meio de questionários, testes, relatos em áudio e vídeo, entre outros. Durante a semana, eram compartilhados post, textos e podcast no grupo do Telegram, tanto pelo professor responsável quanto pelos alunos participantes. No início de cada encontro, os alunos compartilhavam suas experiências e reflexões, avaliavam as perspectivas para o futuro e a necessidade de reprogramação dos planos e sonhos, para que fossem alcançados.

3.2.6. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO PROJETO 2

A avaliação e a aplicação do projeto foram feitas por meio da coleta de relatos dos participantes. Resultados esperados e discussões O projeto atendeu 24 alunos de 15 cursos de todas as áreas do conhecimento do Campus Cidade Universitária. Por meio dos encontros foram refletidos e debatidos semanalmente sobre ações, atitudes e escolhas importantes para tomadas de decisões, tanto no ambiente acadêmico, como familiar e profissional. Os relatos dos alunos participantes mostram que o projeto extrapolou o público-alvo, atingindo também colegas de trabalho e seus familiares. Os participantes, por meio de teste como o ikigaitest.com, puderam obter suas mandalas (Figura 2), uma ferramenta de autoconhecimento. Desta maneira, os participantes estabeleceram prioridades com base nos valores e nas suas paixões.

Foi aconselhado aos participantes que o teste fosse realizado em outras ocasiões. Visto que, acontecimentos externos podem influenciar na percepção do mundo, como ocorreu nos testes apresentados pelos participantes, em que todos apresentaram que medicina e terapia como necessidades do mundo. Tal percepção pode ter sido influenciada pela pandemia e o isolamento social. Durante o encontro, no qual foi debatido a postura de vencedores, foi observado o desconhecimento das posturas e valores desejados no mercado de trabalho.

Figura 2: Trecho de mandala Ikigai de participante do projeto



Fonte: Autores (2024).

As aplicações dos temas na vida cotidiana dos participantes podem ser observadas nos relatos não identificados a seguir:

Aluno 1: O projeto foi fundamental para meu autoconhecimento, e meu planejamento pessoa e profissional e eu consegui me sentir muito melhor depois do projeto.

Aluno 2: Muitas contribuições ao longo do projeto dos Professores e colegas de classe. O Ikigai foi uma feliz descoberta apresentado em classe, além de nos conhecermos melhor auxiliou e muito na detecção de pontos a serem trabalhados. Excelente experiência!

Aluno 3: Mudei muito depois de participar dos diálogos em construção. Apliquei o ikigai em tudo e até meu foco e disciplina melhoraram.

Aluno 4: Hoje em dia depois da mentoria, eu acho que me ajudou muito a ter mais sentido para a vida e mais objetivo e traçar aonde eu quero chegar às vezes a gente acaba ficando perdido, o que eu achei interessante aqui e que tem um sentido para a vida. Hoje eu já corri já tracei um objetivo já coloquei no meu dia a dia.

Aluno 5: Antes da mentoria eu escolhia sem uma base sólida de escolha. Eu escolhia de acordo com que eu achava que se achava perfeitamente comigo, Depois da mentoria, eu procuro escolher de acordo com os meus valores, principalmente com a ajuda do ikigai, que consegue destrinchar que o indivíduo gosta e suas características principais.

3.2.7. CONCLUSÃO DO PROJETO 2

O projeto está colhendo resultados significativos. Com relatos dos estudantes, percebem-se impactos positivos que também consideram relação dialógica com a sociedade, bem como em âmbitos profissional, cidadão, familiar e individual. O projeto possui continuidade, pois o desenvolvimento de inteligência emocional avançada, assim como outras soft skills é fundamental para todos, principalmente para os que estão ingressando no ensino superior, em novas oportunidades, novas metas e na realização dos sonhos.

3.3. PROJETO 3: MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM HORTAS URBANAS NA VILA DO ACABA MUNDO

3.3.1. RESUMO DO PROJETO 3

A extensão universitária desempenha um papel fundamental na integração entre o conhecimento acadêmico e as necessidades da sociedade. Atividades extensionistas, nas universidades, com base na Resolução número 7, de 18 de dezembro de 2018, também se fortalecem na percepção da interrelação que pode se estabelecer entre pesquisa, ensino e extensão, guardando oportunidades e também desafios contemporâneos. O Presente estudo considera os campos da educação não formal e da divulgação da ciência, abarcando a disponibilização de espaços de vivência para educação ambiental, propondo-se ao estabelecimento de ações dialéticas entre universidade e sociedade, como forma de envolvimento de atores diversos, incluindo estudantes de engenharia e moradores da Vila do Acaba Mundo, na realização de estudo de Índice de Qualidade da Água (IQA), para uso da população, avaliando sua influência no plantio e no cultivo de alimentos, em hortas urbanas. A partir de resultados observáveis, verifica-se que a colaboração entre a instituições de ensino superior e comunidades locais, contribuem para resultados com impacto positivo em diversos entornos, potencializando, também, a formação de indivíduos, cidadãos e profissionais mais conscientes, capazes de atuarem enquanto protagonistas para transformações no mundo contemporâneo.

3.3.2. INTRODUÇÃO DO PROJETO 3

Hortas urbanas são uma tendência crescente como solução para cidades. A agenda 2030 da ONU prevê, em sua meta n° 11, dentro das 17 ODS, ações de sustentabilidade para cidades e comunidades. Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, conta com 57 hortas comunitárias e 144 escolares, tornando-se reconhecida como modelo de sustentabilidade urbana (Meyer, 1994; Parron *et al*., 2011).

Como parte das ações de educação ambiental, é razoável entender como necessárias as orientações à população quanto ao uso consciente e à conservação de recursos hídricos, o que também se vincula indiretamente à qualidade dos alimentos. O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH) monitora cursos d´água na capital mineira, incluindo o córrego AR022, com nascente localizada na comunidade Vila Acaba Mundo, com mais de três mil moradores, onde 10% são de crianças com até 12 anos, segundo informações da associação de moradores. Com a pandemia Covid-19 a população infantil perdeu acesso a ações escolares e a seus projetos, o que tende a potencializar importantes déficits de desenvolvimento em sua formação (Silva, 2014; Duarte, 2017).

3.3.3. OBJETIVOS DO PROJETO 3

Frente ao exposto, e considerando a disponibilização de espaços de vivência para educação ambiental, enquanto alternativa na busca por minimizar os impactos das ausências escolares, o presente estudo objetiva a realização de estudo de Índice de Qualidade da Água (IQA), em comparação com testes alternativos, para uso da população, avaliando a influência da qualidade da água no plantio de cultivos alimentícios.

3.3.4. METODOLOGIA DO PROJETO 3

Abarcados pelo objetivo do presente Projeto, coordenados pela Professora Madrith Sthel Costa Duarte, 16 estudantes de graduação do Centro Universitário Una, de diferentes cursos, realizaram estudos de Índice de Qualidade da Água (IQA), em comparação com testes alternativos, para uso da população, avaliando a influência da qualidade da água no plantio de cultivos alimentícios, entre os quais tomate, cebolinha e manjericão.

O método de ensino consistiu em um modelo híbrido, com inserção presencial para plantio e cuidados com a água, trazendo posterior acompanhamento online, com a utilização de material digital produzido para as crianças. Os parâmetros de qualidade da água utilizados foram o pH, a cor, a presença de ferro e a dureza da água. Os métodos alternativos para a análise foram o uso de repolho roxo como indicador de pH. Para avaliação da cor, aplicou-se método qualitativo visual. Para a presença de ferro e dureza, considerou-se a concentração de soluções a partir do aquecimento e precipitação de compostos insolúveis, além da redução de espuma de sabão (Meyer, 1994; Parron *et al*., 2011; Silva, 2014; Duarte, 2017).

3.3.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO PROJETO 3

Das 43 crianças atendidas no encontro presencial, 16 possuem acesso a equipamentos para aulas online (celular ou computador) e Internet. Entretanto, apenas uma retornou com resultados de imagem sobre o crescimento na sementeira. As Figuras 4 e 5 ilustram a Nascente AR022 e o Córrego margeado pela comunidade, na Vila Acaba Mundo, respectivamente. A Figura 6 ilustra um teste alternatvo para indicação da qualidade da água. Os ensaios de qualidade da água se mostraram eficazes no monitoramento prévio da água residencial, e atuaram como forma de educação ambiental para alunos da graduação. O pH se manteve dentro do esperado pela Resolução Conama 357/2005 em todas as residências (Duarte, 2017).

Figura 4: Nascente AR022, Vila Acaba Mundo

Fonte: Autores (2024).

Figura 5: Córrego margeado pela comunidade, Vila do Acaba Mundo

Fonte: Autores (2024).

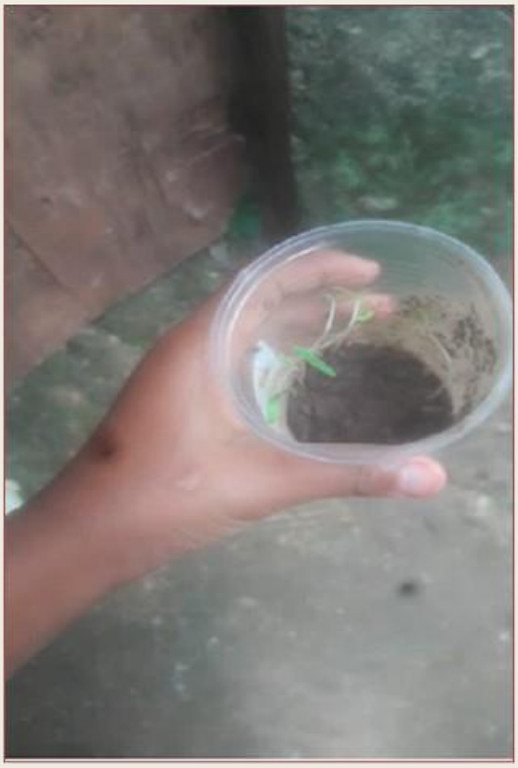
Figura 6: Teste alternativo para indicação da qualidade da água: pH

Fonte: Autores (2024).

Quanto à educação ambiental proposta para as crianças, notou-se que a dificuldade de acesso a tecnologias na comunidade atendida impossibilitou a efetiva participação, o

que pode, em médio prazo, acentuar as diferenças sociais e econômicas, como já acontece em grandes centros urbanos. A Figura 7 ilustra o acompanhamento do crescimento de uma planta, no contexto da educação ambiental em questão, por uma criança no Projeto. Enquanto propósitos futuros, a busca pelo fortalecimento da relação dialógica, que também se estabelece, pela Extensão, entre academia e sociedade, tende a culminar em potencial multiplicação de impactos positivos, no sentido de transformações continuadas (Meyer, 1994; Parron *et al*., 2011; Silva, 2014; Duarte, 2017).

Figura 7: Acompanhamento do crescimento da planta: Criança no Projeto, Vila do Acaba Mundo



Fonte: Autores (2024).

O reflexo temporal do Projeto na vida cotidiana dos participantes pode ser observado nos relatos a seguir:

Percepção do (a) professor (a): *Com a pandemia diversas opções de inserção de tecnologia nos modelos de ensino se tornaram possíveis; porém, a desigualdade de oportunidades mais uma vez se mostra como um problema grave no crescimento e desenvolvimento das cidades. Percebo que a geração ultra conectada não sabe diferenciar informações, é alvo fácil de desinformação e possui dificuldade em usufruir dos espaços ao seu redor. Ainda assim percebi um desejo forte da comunidade de mais ações de educação ambiental como forma de mudar a qualidade do espaço que habitam.*

Percepção Discente - Tandresse Wanderley de Souza: *Gostei de participar de Projeto de Extensão da Una, que se propôs a fazer uma contribuição à sociedade através do conhecimento compartilhado, mesmo na pandemia.*

Percepção da comunidade - Deia (moradora da Vila Acaba Mundo): *As meninas que plantaram aqui estão vigiando o copinho, vendo crescer a plantinha, deixaram cair mas*

plantaram de novo, vão passar para o vasinho. Mas eles ficam numa empolgação, é bom demais. Que bom que vamos poder plantar na horta. Esses projetos são importantes para ajudar a nossa comunidade a conhecer mais as plantas que têm aqui dentro.

3.3.6. CONCLUSÃO DO PROJETO 3

Por meio do desenvolvimento do Projeto, e com apoio discente, foi possível a realização de estudo de Índice de Qualidade da Água (IQA), em comparação com testes alternativos, para uso da população, avaliando a influência da qualidade da água no plantio de cultivos alimentícios. Em primeiro plano, cabe destacar que a extensão universitária se potencializa na relação dialógica, envolvendo Universidade e Sociedade, trazendo-se à realidade do presente projeto, no contexto do monitoramento e demais ações propostas, a oportunidade de se estabelecerem estratégias promotoras, também, de aprendizagem mútua sobre sustentabilidade, cultura, diversidade, equidade, inclusão, e educação ambiental. Através da colaboração entre a instituições de ensino superior e comunidades locais, por certo, iniciativas desta natureza também contribuem para a formação de indivíduos, cidadãos e profissionais mais conscientes, engajados e capazes de atuarem enquanto agentes, inclusive em âmbito socioambiental, para o mundo contemporâneo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO TRABALHO

A extensão universitária vai além da transmissão de conhecimento, englobando o envolvimento dos estudantes, professores e pesquisadores em atividades práticas e interativas, que promovem a reflexão crítica, a consciência cidadã e a valorização da diversidade. Ao adotar uma abordagem participativa e inclusiva, a extensão universitária possibilita a construção conjunta de soluções, respeitando os saberes populares e tradicionais, e potencializando o impacto positivo na sociedade. Dessa forma, se apresenta como um importante meio de promover a responsabilidade social das instituições de ensino superior, contribuindo com a construção de presentes, também, com mais consciência no que se refere à equidade, diversidade e inclusão.

Em âmbito de complementação, fortalecendo as considerações finais, para o presente trabalho, os autores transcrevem os seguintes Art. 3º, Art. 4º, Art. 5º, Art. 6º, Art. 7º, Art. 8º e Art. 15º, da Resolução número 7, de 2018 (Brasil,2018) em sentido instrutivo, recomendando a leitura na íntegra do documento em questão, como forma de orientação e relevância de pleno conhecimento.

Art. 3: A Extensão, na Educação Superior Brasileira, é a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico, tecnológico, que promove a interação transformadora entre as instituições de ensino superior e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa.

Art. 4º As atividades de extensão devem compor, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação, as quais deverão fazer parte da matriz curricular dos cursos;

Art. 5º Estruturam a concepção e a prática das Diretrizes da Extensão na Educação Superior:

I. a interação dialógica da comunidade acadêmica com a sociedade por meio da troca de conhecimentos, da participação e do contato com as questões complexas contemporâneas presentes no contexto social;

II. a formação cidadã dos estudantes, marcada e constituída pela vivência dos seus conhecimentos, que, de modo interprofissional e interdisciplinar, seja valorizada e integrada à matriz curricular;

III. a produção de mudanças na própria instituição superior e nos demais setores da sociedade, a partir da construção e aplicação de conhecimentos, bem como por outras atividades acadêmicas e sociais;

IV. a articulação entre ensino/extensão/pesquisa, ancorada em processo pedagógico único, interdisciplinar, político educacional, cultural, científico e tecnológico.

Art. 6º Estruturam a concepção e a prática das Diretrizes da Extensão na Educação Superior:

I. a contribuição na formação integral do estudante, estimulando sua formação como cidadão crítico e responsável;

II. o estabelecimento de diálogo construtivo e transformador com os demais setores da sociedade brasileira e internacional, respeitando e promovendo a interculturalidade;

III. a promoção de iniciativas que expressem o compromisso social das instituições de ensino superior com todas as áreas, em especial, as de comunicação, cultura, direitos humanos e justiça, educação, meio ambiente, saúde, tecnologia e produção, e trabalho, em consonância com as políticas ligadas às diretrizes para a educação ambiental, educação étnico-racial, direitos humanos e educação indígena;

IV. a promoção da reflexão ética quanto à dimensão social do ensino e da pesquisa;

V. o incentivo à atuação da comunidade acadêmica e técnica na contribuição ao enfrentamento das questões da sociedade brasileira, inclusive por meio do desenvolvimento econômico, social e cultural;

VI. o apoio em princípios éticos que expressem o compromisso social de cada estabelecimento superior de educação;

VII. a atuação na produção e na construção de conhecimentos, atualizados e coerentes, voltados para o desenvolvimento social, equitativo, sustentável, com a realidade brasileira.

Art. 7º São consideradas atividades de extensão as intervenções que envolvam diretamente as comunidades externas às instituições de ensino superior e que estejam vinculadas à formação do estudante, nos termos desta Resolução, e conforme normas institucionais próprias.

Art. 8º As atividades extensionistas, segundo sua caracterização nos projetos políticos pedagógicos dos cursos, se inserem nas seguintes modalidades:

I. programas;

II. projetos;

III. cursos e oficinas;

IV. eventos;

V. prestação de serviços

Art. 15 As atividades de extensão devem ter sua proposta, desenvolvimento e conclusão, devidamente registrados, documentados e analisados, de forma que seja possível organizar os planos de trabalho, as metodologias, os instrumentos e os conhecimentos gerados.

REFERÊNCIAS

[1] Brasil. Conselho nacional de educação. **Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018**. Brasília, DF: Conselho Nacional de Educação.

[2] BUENO, José Maurício Hass; PRIMI, Ricardo. **Inteligência Emocional: Um Estudo de Validade sobre a Capacidade de Perceber Emoções.** Psicologia: Reflexão e Crítica, v. 16, n. 2, p. 279-291, 2003.

[3] DUARTE, R. L. **Qualidade da água em área de cultivo de hortaliças: Estudo preliminar do córrego Água Comprida**. Barra Mansa - RJ. Orientador: Jonathas Batista Gonçalves Silva. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. 2017.

[4] FERNÁNDEZ, Gerardo Casas. **La inteligência emocional**. Revista Costarricense de Trabajo Social, n. 15, p. 30-34, 2003. Disponível em: https://revista.trabajosocial.or.cr/index.php/revista/article/view/108/121. Acesso em: 20 de jun. 2021.

[5] FERNANDES, C. O.; RODRIGUES, C. E. S. L **Governança Educacional Global Ee a Gênese dos Testes das Habilidades Socioemocionais**. Est. Aval. Educ., São Paulo, v. 28, n. 67, p. 214-235. 2017

[6] GARCIA-CABRERA, Antonia Mercedes; DENIZ-DENIZ, María de la Cruz; CUELLAR-MOLINA, Deybbi G. **Inteligencia emocional y emprendimiento: posibles líneas de trabajo**. Cuad. Adm., Bogotá, v. 28, n. 51, p. 65-101, Dez 2015. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120- 35922015000200004&lng= en&nrm=iso> . Accesso em: 11 ago. 2021.

[7] GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Emocional**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1995.

[8] GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Emocional: a teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente**. 2 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012. 383 p.

[9] HEIN, S. (2003). **Definition and history of emotional intelligence**. Disponível em: <http://www.eqi.org/history.htm>. Acesso em: 10 de Ago. 2021.

[10] Marandino, M. **Education, Science and Extension: The Necessary Promotion Revista Cultura e Extensão** USP. v.9. 2013

[11] MAYER, J. D., CARUSO, D. R., & SALOVEY, P. (2000). **Emotional intelligence meets traditional standards for an intelligence**. Intelligence, 27 (4), 267-298.

[12] MEYER, S. T. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública**. Cadernos de Saúde Pública, v. 10, n. 01, jan./mar. 1994.

[13] PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água 232**. Embrapa Florestas. Colombo, PR: 2011.

[14] ROBERTS, R. D.; FLORES-MENDOZA, C. E., & NASCIMENTO, E. (2002). **Inteligência Emocional: Um Construto Científico?** Cadernos de Psicologia e Educação Paidéia, 12 (23), 77-92.

[15] SALOVEY, P; MAYER, JD. **Emotional Intelligence**. J Pers Assess. 1990; 54:772-81

[16] SILVA, P. F. *et al*. **Análise quantitativa da cebolinha irrigada com água salina**. Comunicata Scientiae, 2014. p. 241-251.

[17] SPERLING, D.; COSTA, L.; INO, A. **Ações dialógicas: cultura e extensão universitária no IAU USP**. n. 18. 2022.

[18] TOMÁS, R. A.; FERREIRA, J. A.; ARAÚJO, A. M.; ALMEIDA, L. S. **Adaptação Pessoal e Emocional em Contexto Universitário: O Contributo da Personalidade, Suporte Social e Inteligência**

Emocional. Revista Portuguesa de Pedagogia, [S. l.], v. 2, n. 1, p. pp. 87-107, 2015. DOI: 10.14195/1647-8614_48-2_5. Disponível em: https://impactum-journals.uc.pt/rppedagogia/article/view/1647-8614_48-2_5. Acesso em: 11 ago. 2021

[19] WOYCIEKOSKI, C.; HUTZ, C. S. (2009). **Inteligência Emocional: Teoria, Medida, Aplicações e Controvérsias.** Psicologia: Reflexão e Crítica, 22(1), 1-11.

[20] WOYCIEKOSKI, Carla e HUTZ, Claudio Simon. **Inteligência emocional: teoria, pesquisa, medida, aplicações e controvérsias.** Psicologia: Reflexão e Crítica, v. 22, n. 1, 2009. p. 1-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102- 79722009000100002>. Acesso em: 10 jun. 2021

Capítulo 8

Estudo e aplicação da Metodologia BIM em residência unifamiliar

Clarissa Ana Zambiasi
Fábio Miranda de Andrade
Thainá de Paula Azevedo Santos
Natalli Rocha de Amorim
Madrith Sthel Costa Duarte
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Fernanda Cristina Verediano
Hugo Vilaça Lima
Pedro Prates Valério
Margarete Aparecida Pereira
Larissa Camilo de Souza Lima e Silva
Vanessa Mota Vieira
Orlando Gama da Silva Junior

Resumo: O presente capítulo considera aplicação de BIM-5D para elaboração de projetos, planejamento e orçamento de residências caracterizadas como unifamiliares. Envolvem-se etapas executivas, aplicação de software e premissas atreladas a BIM. Considerando contexto de evolução e amadurecimento na abordagem, tambpem tecnológica, de projetos civis, elétricos e hidráulicos, considera-se a possibilidade de elaboração de cronograma com detalhamento de atividades para execução, bem como do orçamento de itens, inclusive viabilizados por tabelas provenientes de bancos de dados REVIT. A compatibilização de dados, como projetos, planejamento e orçamentos demonstram que a aplicação do BIM-5D traz consigo relevância de metodologia, com vantagens e pontos a se encrementarem, ponderados a partir de sua utilização.

Palavras-chave: Metodologia BIM; residência unifamiliar; compatibilização de projetos.

1. INTRODUÇÃO

A metodologia *Building Information Modeling* (BIM) tem sido amplamente utilizada na indústria da construção para otimizar processos, melhorar a comunicação e colaboração entre os envolvidos em um projeto e aumentar a eficiência durante todas as fases de um empreendimento. A utilização do BIM traz benefícios significativos, como redução de custos, prazos mais curtos, melhor qualidade de projeto e construção, além de facilitar a comunicação e colaboração entre os envolvidos no empreendimento.

A partir da década de 60, ocorreu no Brasil uma reorientação econômica para o setor industrial que resultou em uma intensificação do processo de urbanização, gerando assim uma alta demanda para o mercado da construção civil em especial para o setor das edificações (VARGAS, 1994).

Com a crescente demanda de construção e por escritórios especializados em projetos, veio o surgimento de outros agravantes na construção civil como incompatibilização de projetos, tempo de elaboração, erros em concordância de leis, métodos e técnicas aplicáveis a cada região do país. Com o tempo e os avanços da tecnologia, foram surgindo *softwares* de projetos 2D e posterior 3D, por meio dos quais os projetos puderam ser compatibilizados com diferentes engenharias e premissas diversas de cada região. Ao longo do tempo o mercado da engenharia desenvolveu ferramentas que possibilitam as novas tecnologias BIM, tendo entre suas fundamentações a possibilidade de redução de prazo e custo de implantação, minimizando manutenções recorrentes e adequações em campo, causadas por potenciais interferências conceituais, de engenharias ou mesmo de definições dos projetos durante a execução (AZHAR, 2011).

A crescente evolução destes *softwares*, abriu um leque de opções de melhoramento nas áreas de planejamento, gerenciamento, orçamento e compatibilização de projetos (RODRIGUES, 2017).

Com isso, surgiram no mercado *softwares* e metodologias de gestão em engenharia que permitem a interoperabilidade entre projetos de diferentes ramos para compatibilização, como os desenhos 3D. Atualmente existem publicações com até 10 dimensões de implantação e detalhamento do BIM para aplicação em diferentes dimensões de projetos de engenharia.

Objetiva-se por meio do presente trabalho apresentar a aplicação da metodologia BIM na construção de uma edificação unifamiliar, detalhando as etapas até o quinto nível contendo projetos em 3D, planejamento e orçamento.

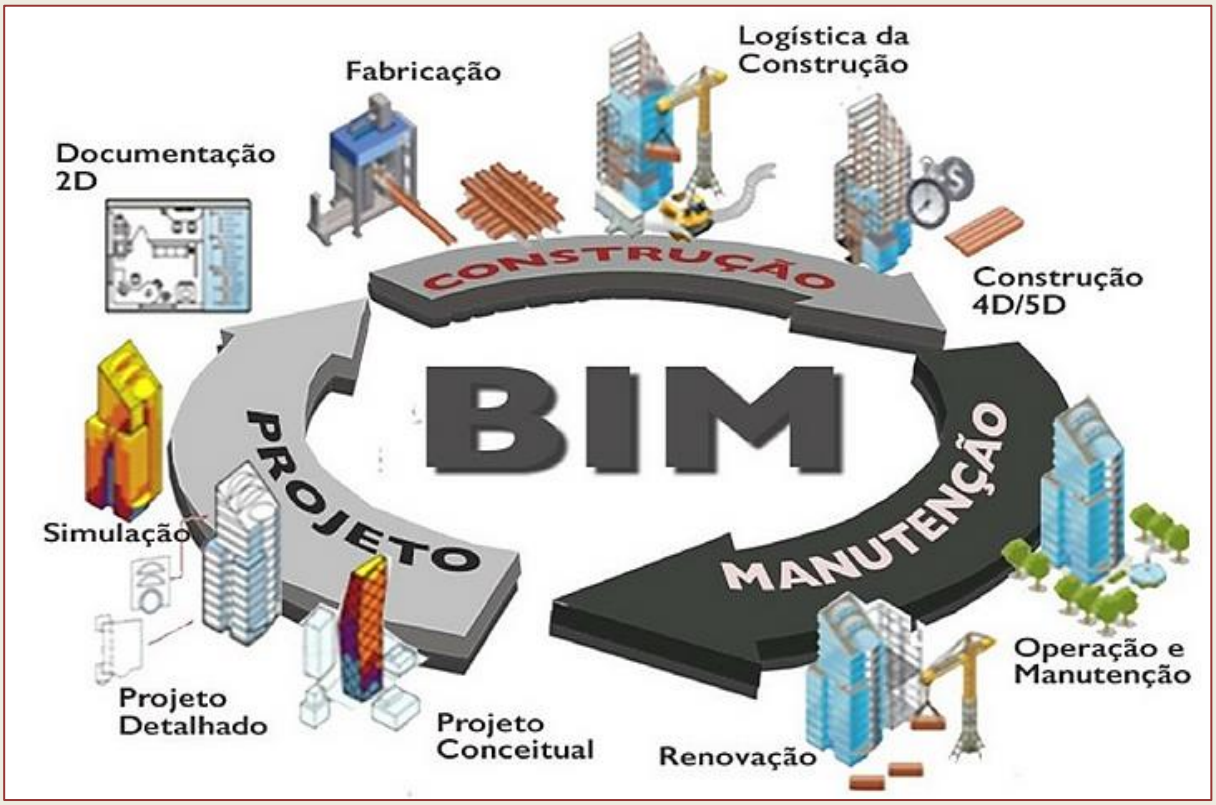
2. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Eastman et. al. (2014), o termo BIM foi criado para distinguir a nova geração de tecnologia de informação em relação ao *Computer-Aided Design* (CAD), o qual foca apenas em desenvolver um método computadorizado de desenho. Diferentemente do CAD, BIM é um processo de geração de um modelo formado por informações que podem ser intercambiadas e adaptadas de forma prática e rápida.

O BIM é uma metodologia a qual se baseia na criação de um modelo 3D que contenha todos os projetos referentes a construção de uma obra, de forma que esse modelo auxilia na otimização dos projetos, na documentação, e que também possa ser compartilhado pelas equipes de planejamento, desenvolvimento e execução da obra (Autodesk, 2017).

Segundo MATTOS (2014), por trás do uso do BIM, está a ideia de ter todas as informações de um projeto, obra ou edificação em uma mesma plataforma e com isso, surgiram as dimensões nas quais dividem as diferentes atividades, conforme Figura 1.

Figura 1: Building Information Modelling (BIM)



Fonte: Secretaria Geral (2018).

O BIM 3D é a consolidação dos projetos da obra num mesmo ambiente virtual, em três dimensões, com todos os elementos projetados. Uma das vantagens do BIM 3D é a chamada "*clash detection*" (detecção de conflitos), como por exemplo, porta fora de lugar, tubulação que colide com estrutura, entre outros. No BIM 4D é acrescentado o cronograma de obra ao projeto. Com isso, é possível acompanhar o avanço físico da obra e realizar o planejamento e monitoramento das atividades. No BIM 5D é acrescentado o orçamento da obra ao projeto. Cada elemento recebe um vínculo representando o custo. Qualquer alteração física no modelo 3D do projeto altera-se também o orçamento e consequentemente o prazo de execução se a alteração for de grande relevância.

Segundo COUTO (2007), ao ser comparada com a ferramenta tradicional de desenho, o CAD, a plataforma BIM traz inúmeras vantagens que vão desde a fase de anteprojeto à manutenção futura da construção. Diante dos mais diversos benefícios, pode-se citar o repositório de toda a informação com livre acesso para todos os intervenientes no processo, a redução de incompatibilidades de projeto e consequente minimização de erros e omissões, a modelação virtual do edifício antes da construção, permitindo testar as mais diversificadas características, assim como o controle do tempo e dos custos, reposição no modelo virtual das alterações no decurso da obra e manutenção do edifício e a sua sustentabilidade.

Com todas essas informações, ainda é possível entregar ao dono um documento com todas as informações da construção, para futuras intervenções. Desde o ano 2000, o BIM tem ganhado cada vez mais atenção nas terras brasileiras, principalmente nos escritórios de arquitetura. Talvez por isso duas das revistas de grande repercussão nacional pertencentes à Editora Pini, a AU (Arquitetura e Urbanismo) e a Téchne (Engenharia Civil), dedicaram em 2011, edições para análise desse novo paradigma (MENEZES, 2011).

Hoje, todavia, apesar das naturais dificuldades de implantação, essa plataforma já começou a ser adotada por vários profissionais das áreas de orçamentos, arquitetura, estruturas, instalações prediais e de vedação (ROCHA, 2011 apud MENEZES, 2011).

Segundo Rodrigues (2017), a proposta apresentada pela metodologia BIM seria a criação de um ambiente colaborativo em que todos os integrantes do empreendimento tais como projetistas, proprietários, investidores, orçamentistas e construtores trabalhem em conjunto de forma que o máximo de informações sejam compartilhadas de forma transparente durante as etapas da concepção do empreendimento.

Partindo dessa premissa o Governo Federal através do Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, que dispõe sobre a estratégia nacional de disseminação do BIM institui o Comitê Gestor da Estratégia do BIM, deixa bem claro suas intenções de popularizar a plataforma BIM, tanto na esfera pública quanto na esfera privada (BRASIL, 2019).

O BIM não apenas permite que as equipes de projeto e construção trabalhem com mais eficiência, como também captura os dados que eles criam durante o processo para beneficiar as operações e atividades de manutenção. É por isso que as exigências dos processos BIM estão aumentando em todo o mundo (AUTODESK, 2020).

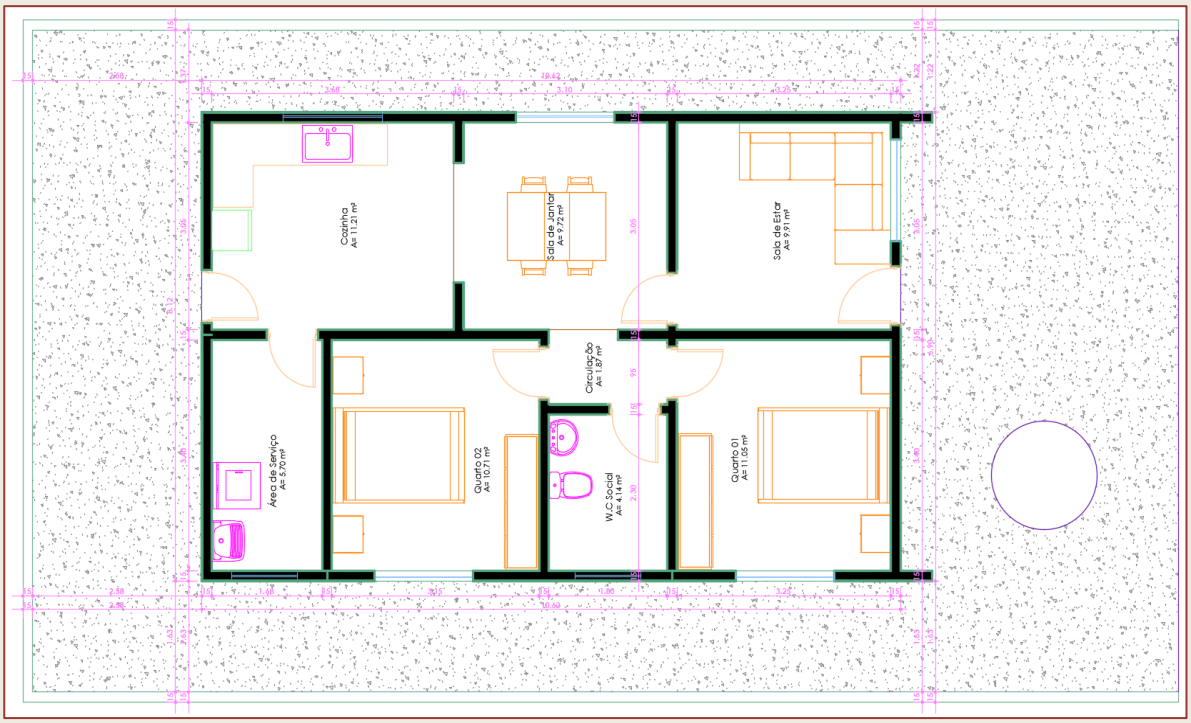
2.1. *SOFTWARES* UTILIZADOS

Segundo Netto, (2016) o nome Revit vem das palavras em inglês "*Revise Instantly*", que significa revise instantaneamente, ou seja, ao desenhar no Revit, as alterações de um objeto se dão instantaneamente em todos os objetos iguais de maneira simultânea e em todas as vistas do desenho em que ele aparece, de forma imediata.

O mesmo autor ainda afirma que o Revit é uma ferramenta que utiliza um novo conceito, o BIM (Building Information Modeling, ou Modelagem da Informação Da Construção), com o qual os edifícios são criados de uma nova maneira.

Por se tratar de um modelo virtual, é possível utilizar informações reais para analisar conflitos de projeto, realizar estudo de insolação, uso de energia, entre outras facilidades. Os construtores do projeto têm a facilidade de simular várias opções de construção, economizando material e tempo de obra (NETTO, 2016). Por meio da Figura 2 pode-se observar um exemplo de uma casa unifamiliar.

Figura 2: Planta Baixa – Casa Unifamiliar



Fonte: Autores (2024).

O *Revit Architecture* completa a solução BIM junto com o Revit Structure (projeto de estrutura) e o Revit MEP (Projeto de instalações elétricas, hidráulicas e ar-condicionado). A interoperabilidade deles garante a solução completa do protótipo digital do edifício (NETTO, 2016).

O MS Project é um dos programas mais renomados para quem busca um auxílio pontual no gerenciamento de projetos. E isso vale para boa parte dos setores produtivos da indústria e do comércio inclusive no de engenharia e construção civil.

O *software* é pautado em 3 pilares muito bem estruturados, sendo eles a) prazo: você pode acompanhar o prazo pré-estipulado de cada tarefa em andamento e o total do projeto. Assim, fica mais fácil gerenciar a execução de obras; b) recursos: com base nos relatórios gerados pelo próprio MS Project você consegue avaliar o andamento dos projetos, o quanto o andamento está de acordo com o orçamento e quais decisões tomar com mais assertividade para manter a obra harmônica e produtiva; e c) custos: ajuda na administração das finanças fixas ou variáveis.

O *software* produzido pela Microsoft auxilia o gerente de projetos durante todo o planejamento, gestão e comunicação dos projetos entre todas as partes interessadas, fazendo com que quem o domine se destaque no mercado. Mais do que o trabalho operacional de preencher as planilhas no MS Project é preciso capacitação e conhecimento para saber analisar os dados dos relatórios e traçar planos de ação junto à equipe para tentar solucionar e/ou minimizar as falhas durante o projeto. O engenheiro civil ou gerente de projetos, que possua estas habilidades ou que deseje potencializá-las, pode conseguir bons resultados ao tocar as obras em que esteja atuando, utilizando do MS Project.

O Compor 90 é um *software* de orçamento de obras da empresa 90TI, que desenvolve *softwares* para o setor de engenharia e da construção civil de modo geral. O Compor 90 foi desenvolvido para lidar com um gigantesco volume de dados e é responsável por fazer atualizações online sobre os valores que fazem parte do orçamento das obras através dos bancos de dados como DNIT, DER, SINAPI, SINDUSCON e outros muitos utilizados em licitações. Além disso, o Compor 90 tem Integração com a Tecnologia BIM através de banco de dados que recebem e transmitem informações para o REVIT e Excel.

2.2. INTEROPERABILIDADE

Um processo BIM pressupõe o envolvimento de vários integrantes ao longo de todo o ciclo de vida da edificação. O BIM pressupõe comunicação entre os vários sistemas de análise do modelo tridimensional. Sendo assim, interoperabilidade é um conceito importante, é a condição básica para que os modelos conversem entre si (ADDOR *et al*., 2010).

Nenhuma aplicação pode suportar sozinha todas as tarefas associadas ao projeto e à produção de uma construção. A interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão. A interoperabilidade baseia-se tradicionalmente em intercâmbio de formatos de arquivos, como o DXF (Drawing eXchange Format) e o IGES, que intercambiam somente a geometria (EASTMAN *et al*., 2014).

Exemplo prático de interoperabilidade entre diferentes *softwares* através de bancos de dados, tabelas exportadas e importadas do Microsoft Excel utilizado para transferir informações entre os *softwares* REVIT, COMPOR e MS Project.

3. METODOLOGIA

A utilização da metodologia BIM foi empregada desde a concepção a construção de uma edificação unifamiliar atingindo até o nível 5 de detalhamento. Foram utilizados o *softwares* Revit para criação e compatibilização dos projetos em 3D detalhando arquitetura, elétrica e hidráulica de forma a verificar as interferências entre projetos, melhorias de layout, redução de custos na estrutura e melhoras significativas em construtibilidade com informações práticas para os construtores.

Para o orçamento, foi utilizado o *software* Compor 90 da 90TI no qual utiliza bancos de dados para geração de composições de preço unitários (CPU´s), detalhamento de curva de insumo, curva de recursos por importância de quantidades e custo (Curva ABC), Relação de hora homem (funcionários), horas máquinas, etc.

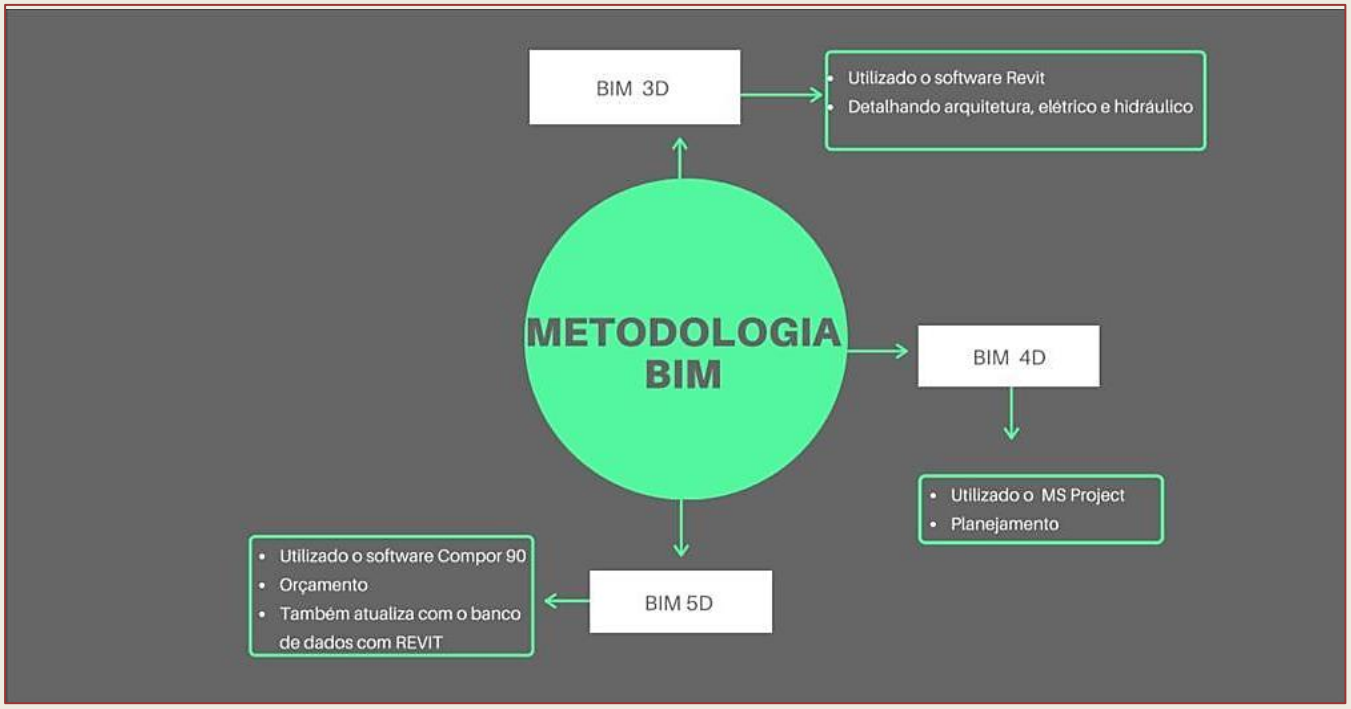
O programa COMPOR além de suas funcionalidades para orçamento, também atualiza com o banco de dados com REVIT, no qual permite que, caso haja alguma alteração de projeto e as listas de recursos do REVIT sejam alteradas, a migração e revisão do orçamento para o COMPOR 90 é direta com atualização dos preços unitários e orçamento total de imediato.

O planejamento do projeto foi elaborado pelo MS Project, no qual se detalha cada atividade do escopo distribuído no tempo. A elaboração do cronograma da obra permite visualizar a obra distribuída no tempo com cada etapa de construção bem definida, desde a fundação ao acabamento.

A distribuição dos serviços, atividades, pacotes de serviços, permite organizar todos os recursos e serviços de forma cronológica garantindo a execução de atividades predecessoras atualizando as atividades sucessoras e reajustando as folgas e caminhos críticos do projeto.

A metodologia BIM pode ser representada de forma simples e objetiva como um conceito de construção com acompanhamento em tempo real de todas as variáveis de um projeto, desde as concepções de engenharia, análise de viabilidade financeira (custos), análise de execução no tempo, reanálise de dados de acordo com adequações realizadas em obra, reestruturação e revisão de conceitos de engenharia de acordo com insumos empregados, seus custos e período de execução e demais fatores que ao longo do projeto da concepção a construção sejam alterados e atualizados em tempo real. Por meio da Figura 3 pode-se observar um resumo da metodologia aplicada no estudo.

Figura 3: Resumo Metodologia



Fonte: Autores (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para elaboração dos estudos deste trabalho, foi projetado uma edificação unifamiliar de 68 m^2 em um pavimento, na qual foram desenvolvidos projetos arquitetônicos, projetos elétricos e projetos hidrossanitários.

O desenvolvimento de diferentes engenharias como civil, elétrica e hidráulica em uma mesma base projetual, proporciona realizar desde a concepção, até o acabamento, a compatibilização dos projetos e estudos de viabilidade arquitetônica com base do *layout* esperado pelo patrocinador do imóvel, viabilidade construtiva e estrutural com bases nas condições do terreno e viabilidade de instalações diversas como de energia, de água, de

rede de dados, de aquecedores, de ar-condicionado e de outros aparelhos e premissas solicitadas ao projeto.

O projeto em modelagem 3D possibilita apresentar ao cliente como o projeto ficará pronto, utilizando renderização, demonstrando, de forma humanizada, o acabamento, posição do sol, disposição de mobiliários, esquadrias e outras informações visíveis no projeto conforme Figuras 4a e 4b.

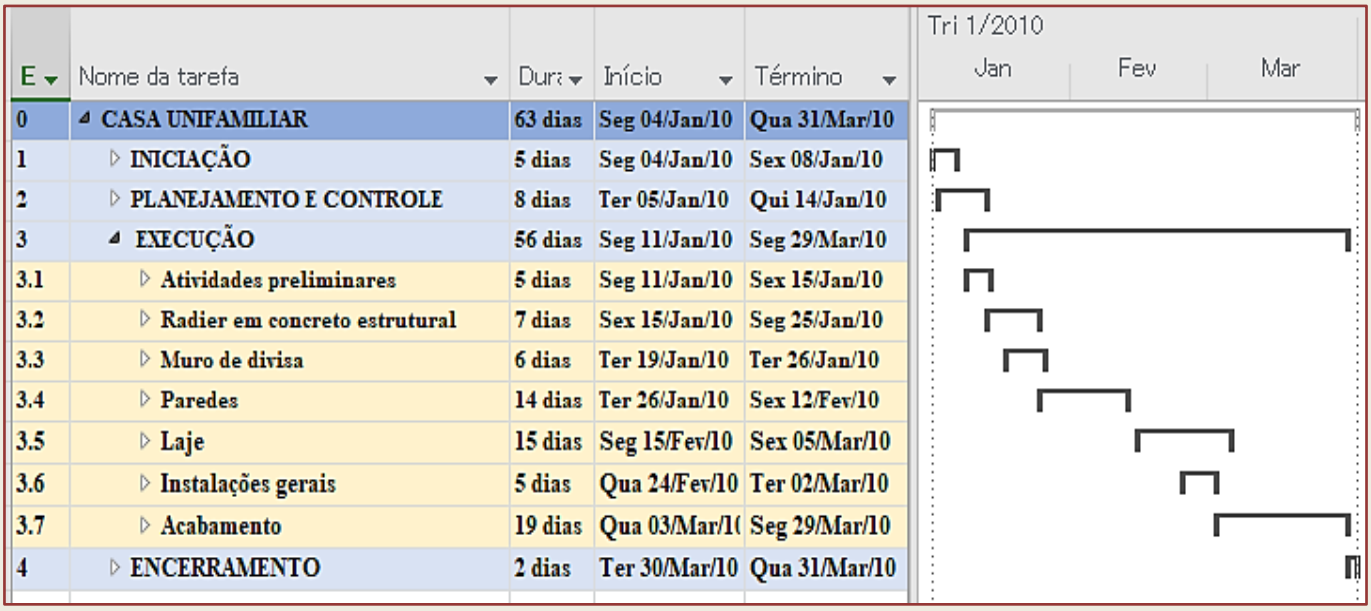
Figura 4a: Renderização da edificação Unifamiliar; Figura 4b: Renderização da edificação Unifamiliar

Fonte: Autores (2024).

Com a emissão final dos projetos detalhados e verificação de compatibilização entre as diferentes engenharias empregadas, pode-se extrair as tabelas de quantidades de todos os serviços contendo a descrição detalhada do item, dimensão unitária, dimensão total, unidades e demais informações pertinentes para elaboração do planejamento e orçamento do escopo.

O planejamento (BIM - 4D) foi realizado no *software Microsoft Project*, possibilitando linkar cronologicamente as atividades necessárias para execução da edificação, estimando o prazo unitário, etapas e sequências construtivas. O planejamento, apresentado na Figura 5, demonstra os pacotes de serviços distribuídos no tempo.

Figura 5: EAP (Estrutura Analítica do Projeto)



E	Nome da tarefa	Dura	Início	Término
0	CASA UNIFAMILIAR	63 dias	Seg 04/Jan/10	Qua 31/Mar/10
1	INICIAÇÃO	5 dias	Seg 04/Jan/10	Sex 08/Jan/10
2	PLANEJAMENTO E CONTROLE	8 dias	Ter 05/Jan/10	Qui 14/Jan/10
3	EXECUÇÃO	56 dias	Seg 11/Jan/10	Seg 29/Mar/10
3.1	Atividades preliminares	5 dias	Seg 11/Jan/10	Sex 15/Jan/10
3.2	Radier em concreto estrutural	7 dias	Sex 15/Jan/10	Seg 25/Jan/10
3.3	Muro de divisa	6 dias	Ter 19/Jan/10	Ter 26/Jan/10
3.4	Paredes	14 dias	Ter 26/Jan/10	Sex 12/Fev/10
3.5	Laje	15 dias	Seg 15/Fev/10	Sex 05/Mar/10
3.6	Instalações gerais	5 dias	Qua 24/Fev/10	Ter 02/Mar/10
3.7	Acabamento	19 dias	Qua 03/Mar/1(	Seg 29/Mar/10
4	ENCERRAMENTO	2 dias	Ter 30/Mar/10	Qua 31/Mar/10

Fonte: Autores (2024).

No planejamento detalhado é possível verificar as atividades no nível executivo com prazos unitários, prazos por pacote, frentes de trabalho, atividades predecessoras e sucessoras, marco de início e marco de término. Utilizado na programação, o calendário administrativo com execução de atividades de segunda-feira a sexta-feira totalizando 44 horas semanais respeitando a lei trabalhista vigente e folgas federais, estaduais e municipais para construção da edificação. O orçamento do projeto (5D) foi realizado no *software* COMPOR 90, no qual é realizado a importação da planilha de quantidades gerada pelo REVIT e compatibilizado com o banco de dados do SINAP no MS EXCEL. Com a planilha definida e as composições referenciadas com base no SINAP 2020, foi realizado a extração da planilha de custos do projeto, curva ABC, custos indiretos e planilha de venda do projeto. A planilha de quantidades, na Figura 6, apresenta informações da itemização do projeto, identificação das CPU´s do SINAP 2020, descrição detalhada das atividades, unidade, quantidade, custo unitário e custo total.

Figura 6: Planilha de quantidades e preços de custos unitários.

CASA UNIFAMILIAR - PLANILHA DE PREÇOS - CUSTOS						
Item	CPU	Descrição	Unidade	Quantidade	Pr. Unitário	Pr. Total
1.		CIVIL				
1.1.		Estrutura				
1.1.1.	CH0248	Concreto estrutural 20Mpa - Bombeado	m³	22,00	R$ 367,28	R$ 8.080,16
1.1.2.	CH0301	Forma plana de madeira	m²	12,00	R$ 30,22	R$ 362,64
1.1.3.	CH0139	Laje pré-fabricada com escoramento e armação negativa - concreto 20Mpa	m²	68,15	R$ 63,71	R$ 4.341,83
1.2.		Alvenaria e acabamento				
1.2.1.	CT0379	Argamassa ACIII Interno e Externo Cinza 20kg	Unid.	12,00	R$ 38,47	R$ 461,64
1.2.2.	CH0231	Armação De Cinta De Alvenaria Estrutural Diâmetro De 10,0 Mm. Af_01/2015	kg	420,00	R$ 6,98	R$ 2.931,60
1.2.3.	CP0142	Bloco de Concreto Vedação Vazado 19x14x39cm	m²	240,00	R$ 50,17	R$ 12.040,80
1.2.4.	CT0124	Chapisco em alvenaria estrutural - preparo manual	m²	340,00	R$ 6,43	R$ 2.186,20
1.2.5.	CS0173	Contrapiso em argamassa 1:4	m²	68,00	R$ 25,20	R$ 1.713,60
1.2.6.	CT0379	Massa única para recebimento de pintura - Traço 1:2:8	m²	110,00	R$ 38,47	R$ 4.231,70
1.2.7.	CS0411	Passeio (calçada) moldado in loco - acabamento convencional	m²	32,00	R$ 50,14	R$ 1.604,48
1.2.8.	CR0121	Pintura manual texturiza	m²	110,00	R$ 16,78	R$ 1.845,80
1.2.9.	CS0352	Porcelanato Esmaltado 60x60cm	m²	78,00	R$ 82,78	R$ 6.456,84
1.2. 10.	CT0194	Reboco traço 1:2:8 - preparo com betoneira elétrica 400l	m²	340,00	R$ 41,34	R$ 14.055,60
1.2. 11.	CP0009	Tijolo Maciço 5,5x11x23cm - Assentado com argamassa 1:2:8 (cimento, cal e areia)	m²	45,00	R$ 115,71	R$ 5.206,95

Fonte: Autores (2024).

Os preços dos serviços quantificados na planilha da Figura 6 retratam os custos diretos do projeto considerando insumos civis, equipamentos e mão de obra direta para execução do escopo.

Após essa precificação e totalização dos custos diretos, pode-se extrair do COMPOR 90 a curva de insumos diversos (Curva ABC), demonstrando, em ordem decrescente, o valor total daquele recurso e o percentual que ele representa no orçamento, conforme Figura 7.

Figura 7: Curva ABC

CASA UNIFAMILIAR - CURVA ABC - GERAL							
Código	Descrição	Unid.	Qtde	Custo Unit	Valor	%	% Acum.
IH0097	PEDREIRO	H	652,75	R$ 14,14	R$ 9.226,93	9,93	9,93
IM7715	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM	M3	24,42	R$ 306,48	R$ 7.484,18	8,05	17,98
IH0109	SERVENTE DE OBRAS	H	677,63	R$ 9,20	R$ 6.231,02	6,70	24,68
IM7168	ALIMENTACAO-HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	1.832,20	R$ 2,57	R$ 4.709,76	5,06	29,74
IM7219	PISO PORCELANATO, BORDA RETA, EXTRA, FORMATO MAIOR QUE 2025	M2	83,46	R$ 56,15	R$ 4.686,24	5,04	34,78
IM7239	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 39 CM, 6,0 MPA	UN	2.412,00	R$ 1,75	R$ 4.219,20	4,53	39,31
IM7169	TRANSPORTE-HORISTA - (ENCARGOS COMPLEMENTARES)	H	1.832,20	R$ 1,36	R$ 2.494,01	2,69	42,00
IM2791	JANELA DE CORRER, ACO, COM BATENTE/REQUADRO DE 6 A 14 CM,	UN	2,78	R$ 868,99	R$ 2.412,75	2,60	44,60
IM5575	TIJOLO CERAMICO MACICO *5 X 10 X 20* CM	UN	7.645,08	R$ 0,31	R$ 2.369,97	2,55	47,15
IM0032	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	421,16	R$ 5,47	R$ 2.303,76	2,48	49,63
IM9389	CONJUNTO FOSSA	Unid.	1,00	R$ 2.200,00	R$ 2.200,00	2,37	52,00
IM0265	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA	M3	22,81	R$ 95,00	R$ 2.167,70	2,33	54,33
IM0352	REVESTIMENTO EM CERAMICA ESMALTADA COMERCIAL, PEI MENOR	M2	128,10	R$ 16,46	R$ 2.108,16	2,27	56,60
IM1119	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CPII-32	KG	5.345,17	R$ 0,39	R$ 2.085,11	2,25	58,85
IM3137	LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA	M2	68,15	R$ 28,50	R$ 1.942,28	2,09	60,94

Fonte: Autores (2024).

Na curva ABC, na Figura 8, apresenta 15 serviços de um total de 204, sendo que estes totalizam 60,94 % do custo direto total do projeto. Analisando a curva, os 15 serviços mais representativos são menos de 7,5% do total de serviços necessários para execução do escopo. A análise da curva, juntamente com o cronograma e os projetos executivos, proporciona uma readequação do projeto como um todo de forma a otimizar recursos e consequentemente reduzir custos pontuais por serviço desde o mais representativo na curva ABC até os de menor quantidade ou valor financeiro que de alguma forma podem ser otimizados a aquisição, aplicação e custos. Analisados os custos diretos com os projetos em 3D e planejamento 4D, podem e definir os recursos indiretos para construção da edificação. Os recursos indiretos podem ser desde insumos que na curva ABC, não totalizados como o necessário para execução do projeto até o custo de alguma documentação necessária para emissão do HABITE-SE do imóvel.

Dentre os diversos custos indiretos para construção de uma edificação, foram analisados e compostos para a execução deste escopo, os seguintes itens:

Administração local como engenheiro, encarregado e demais funções calculadas insuficientes nas composições existentes.

Equipamentos indiretos como guindaste elétrico, retroescavadeira, vibrador de imersão, carro de apoio e demais equipamentos não presentes nas CPU´s dos serviços orçados ou compostos insuficientes nas composições existentes.

Despesas diversas como conta de água, energia, documentação legal e despesas diversas estimadas para o escopo.

Os orçamentos do indireto juntamente com os custos diretos, são compostos no cálculo do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) acrescendo-se de taxas de lucro esperado, administração central e impostos aplicáveis ao tipo de empresa que executará o escopo.

O cálculo do BDI, assim com a quantificação e precificação do indireto foram realizados no *software* Microsoft Excel por meio do qual realizam-se cálculos interativos com definição de interações e arredondamento de valores. Todo o processo desde a concepção dos desenhos básicos ao fechamento do orçamento sendo elaborados em conjunto com base na metodologia BIM-5D trazem a todo estantes oportunidades de melhoria, acertos, revisões e procura de um produto final ideal atendendo as normas técnicas aplicáveis, desejos do patrocinador e viabilidade executiva.

Ao término do detalhamento da engenharia (3D), planejamento (4D) e orçamento (5D), é possível realizar nova compatibilização de escopo, tempo e recursos, de forma a ajustar individualmente ou ambos, proporcionando maior assertividade nas premissas solicitadas pelo patrocinador e apresentar de forma clara todos os conceitos, riscos e oportunidades que o projeto possa proporcionar.

A adoção da metodologia BIM, no nível 5D, agrega a pequenos, médios e grandes empreendimentos a confiabilidade de início de obra com grande parte dos riscos do projeto mapeados, tratados e sanados, e aqueles que podem gerar oportunidades de economia de recursos, melhoria nas edificações, emprego de tecnologia e atendimento pleno aos desejos do patrocinador, todos otimizados e fomentados para uma entrega sustentável para ambas as partes, construtor e patrocinador.

As vantagens em se projetar e viabilizar um projeto com a metodologia BIM-5D são diversas, se tratando de uma análise conjunta englobando ferramentas e métodos para

elaboração de projetos, planejamento e orçamento, de forma a compatibilizar todas as informações em tempo real reduzindo significativamente as perdas, atrasos, retrabalhos e desvios executivos e orçamentários. As desvantagens de se implantar a metodologia BIM-5D em uma empresa de pequeno a médio porte são, basicamente, o custo de se contratar profissionais experientes e adquirir os *softwares* necessários. Outro ponto negativo, no âmbito de implantação, é a carência de profissionais e escritórios de projetos que podem dar suporte para a implantação da metodologia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção da metodologia BIM é uma tendência do mercado da construção civil assim como outras áreas da indústria que ainda carece de recursos e possui ao mesmo tempo grande mercado para evolução, desenvolvimento de produtos e principalmente mão de obra especializada.

A colaboração entre as diferentes disciplinas é facilitada pelo compartilhamento dos modelos BIM, permitindo uma coordenação mais eficiente e uma redução significativa de erros e retrabalhos. A comunicação entre os membros da equipe de projeto é aprimorada, resultando em uma maior eficiência na tomada de decisões e na solução de problemas. Além disso, o BIM permite a realização de análises de desempenho da residência, como simulações energéticas e análise de iluminação natural, auxiliando na criação de uma residência mais sustentável e eficiente. A associação de informações de custo e tempo aos elementos do modelo também facilita o planejamento financeiro e o controle do cronograma da construção.

Durante a fase de construção, o BIM oferece um melhor controle do processo, permitindo o acompanhamento do progresso da obra e a detecção de interferências em tempo real. Isso contribui para a redução de atrasos e para a entrega da residência dentro do prazo estipulado. Após a conclusão da construção, o modelo BIM continua sendo uma ferramenta valiosa para a manutenção e operação da residência. Informações sobre materiais, equipamentos e sistemas podem ser facilmente acessadas, facilitando a gestão de ativos e a realização de manutenções. Portanto, no presente capítulo, a aplicação da metodologia BIM em uma residência unifamiliar traz ganhos significativos em termos de eficiência, qualidade, comunicação e colaboração. Ao adotar essa abordagem, os profissionais envolvidos podem proporcionar aos clientes uma experiência mais satisfatória, com projetos mais precisos, execuções mais eficientes e residências que atendem às expectativas e necessidades dos moradores.

REFERÊNCIAS

[1] ADDOR, Miriam. BIM –Building Information Modeling. ASBEA –Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Encontro Regional, 2009.

[2] AUTODESK. “QUAIS SÃO OS BENEFÍCIOS DO BIM?. Disponível em: < https: //www. autodesk.com.br/solutions/bim/benefits-of-bim?mktvar002=3712710|SEM|10467466244|10 6 765851787|kwd-922442512014 > Acesso em: 27 de abr. de 2023.

[3] BRASIL. Decreto n. 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 163, p.2, ago. 2019.

[4] COUTO, J. P. &. C. A. B. Importância da revisão dos projetos na redução dos custos de manutenção das construções. Universidade de Coimbra. Coimbra. 2007.

[5] EASTMAN, C *et al*. Manual de BIM.Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Editora Bookman, Porto Alegre, 2014.

[6] MATTOS, Aldo Dórea. Engenharia de Custos: BIM 3D, 4D, 5D e 6D. 2014. Blogs PINI. Disponível em: <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300 -1 .aspx>. Acesso em: 9 abr. 2023.

[7] MENEZES, G. L. B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas. v. 18, n. 22, p-153-171, Belo Horizonte 2011. Acesso em: 9 abr. 2023.

[8] NETTO, Cláudia Campos. Autodesk Revit Architecture 2016 –Conceitos e Aplicações.1. ed.São Paulo: Saraiva,2016. Acesso em: 9 abr. 2023.

Capítulo 9

Compartilhando experiências com profissionais do setor: a vivência enriquecedora de estudantes de engenharia civil na disciplina de estradas e drenagem

Clarissa Ana Zambiasi
Wilson Reis Junior
Madrith Sthel Costa Duarte
Fernanda Cristina Verediano
Hugo Vilaça Lima
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Orlando Gama da Silva Junior
Margarete Aparecida Pereira
Pedro Prates Valério
Vanessa Mota Vieira

Resumo: A missão da educação é estimular a coesão entre os estudantes, incentivando esforços colaborativos. O sistema educativo deve proporcionar uma aprendizagem com significado, cultivando um senso de propósito e autonomia, capacitando os indivíduos para tomarem ações informadas e deliberadas. Em um cenário no qual a integração entre teoria e prática é cada vez mais valorizada, este estudo contribui para uma compreensão mais profunda de como a vivência compartilhada por profissionais enriquece a formação de futuros engenheiros civis. Tal ação impacta na promoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que regem a área. Este enfoque, que une teoria e prática, não apenas eleva o nível da educação, mas também confere aos futuros engenheiros o potencial de serem catalisadores da mudança em prol de um futuro mais equitativo e ecologicamente equilibrado.

Palavras-chave: Propósito, autonomia, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, futuro.

1. INTRODUÇÃO

A formação acadêmica em Engenharia Civil é repleta de desafios e aprendizados, e uma das disciplinas que se destaca nesse percurso é "Estradas e Drenagem". No âmbito dessa formação, a disciplina de Estradas e Drenagem desempenha um papel fundamental, fornecendo aos futuros engenheiros as bases necessárias para a concepção e implementação de sistemas viários e de drenagem eficientes. No entanto, a complexidade inerente a essas áreas muitas vezes só pode ser verdadeiramente apreciada quando se tem contato com a experiência prática daqueles que já trilharam esse percurso. Nessa disciplina, os estudantes são introduzidos aos fundamentos do projeto e construção de estradas, bem como à importância dos sistemas de drenagem para a infraestrutura viária. Recentemente, uma abordagem inovadora tem sido adotada em algumas instituições, permitindo que os estudantes experimentem a vivência real da engenharia civil por meio do compartilhamento de experiências com profissionais atuantes na área.

É nesse contexto que a abordagem inovadora de envolver profissionais atuantes no compartilhamento de experiências na sala de aula ganha destaque. A integração de profissionais do setor em ambientes acadêmicos oferece aos estudantes de Engenharia Civil uma oportunidade singular de ampliar seus horizontes, adquirir insights valiosos e conectar os conceitos teóricos com as demandas reais do mercado. Neste capítulo, explora-se como essa interação entre estudantes e profissionais enriquece a experiência de aprendizado na disciplina, moldando engenheiros mais preparados e conscientes das nuances práticas da profissão.

O relatório referente a 2022, emitido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) com o título "Um Novo Pacto Educacional", sublinha a necessidade de a educação contribuir para a construção de futuros mais equitativos e sustentáveis. Destaca-se a importância da capacitação individual para fomentar colaboração em prol do bem comum. Além disso, incita a uma reavaliação dos paradigmas educacionais, bem como das interações entre alunos, professores, conhecimento e o mundo em geral, buscando assim uma transformação abrangente e inovadora.

A missão da educação é estimular a coesão entre os estudantes, incentivando esforços colaborativos. O sistema educativo deve proporcionar uma aprendizagem com significado, cultivando um senso de propósito e autonomia, capacitando os indivíduos para tomarem ações informadas e deliberadas. Essa preparação visa habilitá-los a enfrentar os desafios tanto do presente quanto do futuro de maneira eficaz. Em um cenário no qual a integração entre teoria e prática é cada vez mais valorizada, este estudo contribui para uma compreensão mais profunda de como a vivência compartilhada por profissionais enriquece a formação de futuros engenheiros civis. Através dessa abordagem, os estudantes são capacitados a trilhar caminhos que transcendem a sala de aula, abraçando a complexidade e os desafios do mundo da engenharia com confiança e perspicácia.

O objetivo deste estudo foi explorar como o compartilhamento de experiências entre estudantes de Engenharia Civil e profissionais do setor na disciplina de Estradas e Drenagem enriquece a formação acadêmica, promove uma compreensão mais abrangente das complexidades da engenharia de infraestrutura e prepara os futuros engenheiros para enfrentar os desafios práticos do campo. Este capítulo busca fornecer uma visão abrangente sobre como a troca de experiências entre estudantes e profissionais pode efetivamente enriquecer a formação acadêmica. Por meio dessa análise, visa-se contribuir

para a melhoria contínua da abordagem educacional, preparando os estudantes para se tornarem profissionais competentes, comprometidos e conscientes das demandas reais da área profissional.

Ao longo deste estudo, examina-se como essa colaboração entre gerações de engenheiros – os estudantes e os profissionais – cria uma sinergia que beneficia ambos os lados. Analisam-se também os impactos dessa abordagem sobre o processo de aprendizado, a ampliação da visão do setor, as possibilidades de networking e as implicações para a preparação profissional. Além disso, aborda-se o papel crucial que os professores desempenham como facilitadores dessa troca rica e mutuamente benéfica.

2. DESENVOLVIMENTO

Uma das principais vantagens do compartilhamento de experiências é a capacidade de tornar o aprendizado mais contextualizado e significativo. Os estudantes, ao ouvirem relatos reais de profissionais que já estiveram diante de desafios semelhantes aos que estão estudando, conseguem conectar os conceitos teóricos à aplicação prática. Isso cria uma ponte entre a sala de aula e o mundo real, permitindo que os alunos enxerguem como os conhecimentos adquiridos podem ser utilizados para resolver problemas reais.

A interação direta com profissionais do setor oferece aos estudantes uma visão mais ampla das complexidades envolvidas na engenharia. Essa perspectiva abrangente engloba desde a concepção de projetos até a fase de construção e manutenção. Ao ouvirem sobre os diferentes estágios de um projeto, os desafios de engenharia, questões de sustentabilidade e as considerações socioambientais, os alunos podem compreender as diversas facetas da profissão e desenvolver uma visão holística dos projetos de infraestrutura.

O contato direto com profissionais da área não apenas enriquece o aprendizado, mas também pode abrir portas para oportunidades futuras. A criação de uma rede de contatos durante essas interações pode levar a estágios, empregos ou colaborações em projetos específicos. Os estudantes têm a chance de impressionar os profissionais com seu entusiasmo, habilidades e conhecimento, destacando-se em um mercado competitivo.

Os professores, por sua vez, têm um papel essencial nesse processo, atuando como mediadores entre os profissionais e os estudantes. Eles são responsáveis por criar um ambiente propício para a troca de experiências, selecionando tópicos relevantes e facilitando discussões construtivas. A presença do professor garante que os insights compartilhados sejam integrados à estrutura do curso, garantindo a coerência entre a teoria e a prática.

Alguns autores e pesquisadores têm explorado tópicos relacionados ao compartilhamento de experiências entre estudantes e profissionais na área.

Em suas importantes obras, John Dewey (DEWEY, 1979) abordou a importância da aprendizagem experiencial, destacando como a experiência é fundamental para a formação do conhecimento e o papel ativo que os indivíduos desempenham em sua própria educação. É, portanto, na experiência e na compreensão dessas relações entre o indivíduo e o meio, que os atos adquirem significado para a pessoa, e "ela aprende a conhecer-se e a conhecer o mundo dos homens e das coisas".

Outro renomado teórico e educador americano, Donald Schön (1930-1997) foi quem desempenhou um papel significativo no campo da aprendizagem experiencial, desenvolvimento profissional e teoria da prática reflexiva. Ele é amplamente reconhecido por suas contribuições para a compreensão de como os profissionais aprendem e desenvolvem suas habilidades em contextos do mundo real. Suas ideias tiveram um impacto duradouro em várias disciplinas, incluindo a educação, a psicologia e a prática profissional.

Uma das ideias centrais de Schön (1997) foi a distinção entre conhecimento tácito e explícito. O conhecimento tácito é aquele que os profissionais possuem de maneira intuitiva, muitas vezes não articulável em palavras. O conhecimento explícito é o conhecimento formalizado, que pode ser comunicado e ensinado. Schön enfatizou que a prática profissional bem-sucedida envolve a interação dinâmica entre estes dois tipos de conhecimento.

Schön cunhou o termo "prática reflexiva" para descrever a habilidade dos profissionais de refletirem sobre suas próprias ações e experiências para melhorar a qualidade de seu trabalho. Ele argumentava que a reflexão na ação e sobre a ação é fundamental para o desenvolvimento profissional contínuo. Através da reflexão, os profissionais podem identificar problemas, desafios e oportunidades de aprendizado em suas atividades cotidianas.

O aprimoramento das habilidades dos estudantes de engenharia, capacitando-os a contribuir para um futuro mais equitativo e sustentável, está em consonância com as características delineadas para o perfil dos graduados em engenharia. Esse perfil demanda uma visão abrangente e humanista, a capacidade de reflexão, criatividade e um firme compromisso com a promoção do desenvolvimento sustentável e a responsabilidade social (BRASIL, 2019).

O desenvolvimento de competências nos estudantes de engenharia contribui para a promoção da educação de qualidade, uma vez que capacita os futuros engenheiros com habilidades técnicas e não técnicas relevantes para abordar os desafios complexos da sociedade e do meio ambiente. Ao aprimorar as habilidades, os estudantes estarão mais bem preparados para contribuir para o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e tecnologias inovadoras que atendam às necessidades das comunidades e promovam o crescimento econômico inclusivo. Além disso, engenheiros capacitados com habilidades em tecnologias limpas, energia renovável e estratégias de mitigação podem contribuir significativamente para a ação climática.

Com isso, a experiência aconteceu no período de 2023/01 na disciplina de Estradas e Drenagem, curso de Engenharia Civil. Os encontros com os estudantes e a discente eram semanais, e foi proposta a metodologia que foi nomeada como “Diálogo de Saberes Engenheirais" que se refere a uma abordagem educacional que envolveu a interação direta e o compartilhamento de experiências entre engenheiros experientes e estudantes de engenharia. Essa metodologia visou enriquecer a formação dos estudantes, proporcionando a eles a oportunidade de aprender com profissionais que já atuam no campo da engenharia.

Nessa abordagem, engenheiros com vasta experiência em projetos, práticas de engenharia, desafios e soluções reais foram convidados a interagir com os estudantes. A cada semana, um profissional diferente era convidado para ministras sua palestra ou bate papo, durante 1 hora da aula. Nessas interações, os profissionais compartilham suas histórias de sucesso, lições aprendidas, abordagens para a resolução de problemas

complexos e insights sobre a dinâmica das empresas, *softwares* utilizados nas suas empresas, entre outros.

Os estudantes, por sua vez, tiveram a oportunidade de fazer perguntas, buscar orientações e aprender com exemplos concretos do mundo real. Eles puderam compreender como os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula, que aconteciam um pouco antes da palestra e após ela, se aplicam às situações práticas e como os engenheiros enfrentam desafios diversos. Essa metodologia promoveu uma aprendizagem contextualizada e significativa, ajudando os estudantes a conectarem a teoria com a prática.

Além disso, a metodologia "Diálogo de Saberes Engenheirais" também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades não técnicas, como comunicação, trabalho em equipe e pensamento crítico. Ela permitiu que os estudantes obtivessem insights sobre a cultura e os valores da profissão, bem como compreendessem as dimensões éticas e sociais da engenharia.

Os alunos eram convidados a sugerir empresas as quais eles gostariam de conhecer mais os projetos, o perfil do profissional, a atuação da empresa, e a partir disso alguns profissionais renomados do mercado foram convidados. Algumas percepções de estudantes em relação à prática desta metodologia podem ser observadas na Tabela 1.

Cabe destacar que um dos motivos principais elencados para a escolhas desta metodologia foi o tamanho da turma, neste caso, relativamente menor quando comparada com médias usuais. A limitação de tamanho da turma pode inadvertidamente inibir o envolvimento ativo dos alunos com o conteúdo do curso. Essa situação ocorre devido a alguns fatores que podem afetar a dinâmica da sala de aula, como a diversidade de perspectivas e opiniões que pode ser reduzida. Isso pode resultar em um ambiente em que algumas vozes dominam a discussão, enquanto outras podem hesitar em compartilhar suas ideias. Para superar estes desafios e criar um ambiente mais propício ao envolvimento ativo, é importante que o professor adote estratégias pedagógicas que incentivem todos os alunos a participar, como a metodologia sugerida, que trouxe para dentro da sala de aula um ambiente mais leve e com mais interações.

Tabela 1: Relatos de experiência.

Aluno	Relato
Aluno 1	Oportunidade de conectar com profissionais bem inseridos no mercado, possibilitando troca de experiências e aprendizado sobre as diversas áreas de atuação da engenharia.
Aluno 2	Sobre a minha experiência, achei bastante interessante e acrescentou muito no aprendizado! Inclusive despertou alguns interesses e dúvidas sobre assuntos que não tinha nenhum conhecimento prévio.
Aluno 3	As experiências transmitidas pelos convidados foram de grande enriquecimento para os alunos. Foi possível ver, de forma prática, as aplicações de todos os conceitos da disciplina de Estradas e Drenagens em diversos campos de aplicação da Engenharia Civil, desde obras de infraestrutura da mineração até soluções de drenagem na construção civil.
Aluno 4	A mistura de aulas teóricas com palestras de profissionais da área foi muito virtuosa, pois os engenheiros convidados puderam transmitir um pouco do que é o dia a dia das obras das obras, com algumas das dificuldades enfrentadas, assim como a aplicabilidade das normas e técnicas construtivas ensinadas e utilizadas no mercado de trabalho. Tivemos a oportunidade de enxergar de maneira muito mais clara as situações e vivencias do dia a dia do campo e desde obras de drenagem e pavimentação e até de obras especiais e obras dentro de mineradoras, como foi o caso do encontro ministrado pelo Engenheiro Caio e pelo Engenheiro Fábio.
Aluno 5	As palestras foram de grande importância, poder ver na prática todos os ensinamentos dados em sala de aula ampliaram minha visão sobre a matéria Estradas e Drenagens, trazendo mais conhecimento e maior interesse.
Aluno 6	As trocas de ideias proporcionam perspectivas diversas e abriram portas para debates construtivos, que enriqueceram ainda mais a experiência na disciplina de Estradas. A colaboração e o compartilhamento de conhecimento foram elementos essenciais para ampliar a visão de mundo em relação à matéria. Em resumo, a experiência de trocas e aprendizado ampliou minha compreensão e enriqueceu minha perspectiva.

Fonte: Autores (2024).

Por meio da Figura 1, observa-se um dos momentos de troca de um dos profissionais com os discentes.

Figura 1: Encontro com Engenheiro Civil - empresa do setor de Estradas e Mineração.

Fonte: Autores (2024).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vivência compartilhada de profissionais experientes na disciplina de Estradas e Drenagem do Curso de Engenharia Civil desencadeou uma abordagem educacional mais dinâmica e envolvente. A conexão entre teoria e prática, promovida por essa interação, resultou em estudantes mais preparados, com uma compreensão profunda das complexidades da engenharia civil. A capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos de maneira eficaz em cenários do mundo real fortalece a formação desses futuros engenheiros, capacitando-os a enfrentar com confiança os desafios que a profissão apresenta. Portanto, a integração de profissionais experientes na sala de aula é uma abordagem que deve ser valorizada e incentivada para aprimorar ainda mais a qualidade da formação em Engenharia Civil.

A partir da análise destes aspectos, torna-se evidente que a abordagem de compartilhamento de experiências é altamente benéfica para a formação dos estudantes. Para aprimorar ainda mais essa abordagem, é fundamental uma colaboração contínua entre as instituições educacionais e os profissionais do setor.

Por fim, torna-se evidente que a abordagem de compartilhamento entre engenheiros experientes e estudantes de engenharia não apenas enriquece a formação acadêmica, mas também contribui para o avanço de diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na área. Essa abordagem não só promove o aprendizado contextualizado e significativo, mas também capacita os futuros engenheiros a se tornarem agentes de mudança em direção a um futuro mais justo e sustentável.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Parecer CNE/CES Nº: 1/2019, homologação publicada no DOU de 23/4/2019, 2019.

[2] DEWEY, John. Experiência e educação. Trad. Anísio Teixeira. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

[3] UNESCO. Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação. Unesco, 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381115 Acesso em: 15 ago. 2023.

[4] SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos In: Nóvoa, A. (Org.). Os professores e a sua formação 3. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997. p. 79-91.

Capítulo 10

Drenagem urbana: execução de infraestrutura vegetal e ampliação de calha de córrego contra enchentes no município de Betim MG

Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Lorrainy Larissa Folgado Moreira
Mirla Laura de Oliveira Antunes
Gabriel Antunes Marques
Fernanda Cristina Verediano
Clarissa Ana Zambiasi
Margarete Aparecida Pereira
Hugo Vilaça Lima
Madrith Sthel Costa Duarte
Orlando Gama da Silva Junior
Pedro Prates Valério
Vanessa Mota Vieira

Resumo: Mediante o crescimento urbano demasiado da população, percebem-se os inúmeros impactos negativos socioambientais gerados na infraestrutura urbana. Por conseguinte, os eventos hidrológicos são intensificados, tornando possíveis maiores acontecimentos de inundações, peculiares da concentração da água da chuva que não foram absorvidas pela superfície. Deste modo, visualizando sanar problemas relacionados ao período chuvoso, abordando a metodologia qualitativa descritiva, realizou-se um estudo de caso no município de Betim/MG, no bairro Senhora de Fátima, considerando a área passível de inundação idealizada no Plano de Contingência da Defesa Civil do município. O estudo aqui proposto objetivou demonstrar a viabilidade da implantação da infraestrutura vegetal aplicada à drenagem urbana, bem como a necessidade de execução de obras de recuperação e ampliação da calha de córrego, visando amenizar perdas e danos colaterais como medida preventiva contra áreas passíveis de inundação. Objetivando entender as principais causas, efeitos e soluções para os problemas socioambientais que culminam no alagamento, realizou-se uma pesquisa por meio de levantamento de campo, a fim de verificar de maneira amostral a opinião dos munícipes, e ainda entrevistas críticas com profissionais da Defesa Civil do Município, julgando ser de suma importância os conhecimentos prévios adquiridos por profissionais da engenharia. Foram abordadas ainda as soluções propostas, verificando a idealização do objetivo do presente capítulo, vinculando-se obras de drenagem à infraestrutura vegetal, possibilitando suas implementações, de forma a estabelecer inúmeros benefícios à sociedade.

Palavras-chave: Saneamento básico, inundações, impermeabilização dos solos, infraestrutura.

1. INTRODUÇÃO

Tucci (2018) afirma que devido ao aumento da urbanização no Brasil e com o processo crescente e não delineado da massa populacional, resultou em grandes impactos ambientais negativos, como por exemplo, a diminuição da permeabilidade do solo das áreas habitadas. Dessa maneira, conforme Senado (2022), ocasionou-se a redução da infiltração das águas precipitadas para as bacias hidrográficas, sendo evidenciadas situações de riscos de desastres em todos os níveis, atingindo a própria população e a deixando em situação de vulnerabilidade.

Através desse crescente cenário demográfico, a busca por soluções sustentáveis norteadas pela infraestrutura verde aliadas à drenagem, se tornou de grande importância. Assim, é visível a possibilidade de incorporação de diversos componentes da natureza aos espaços urbanizados, que contribui para minimizar os mais diversos impactos ambientais decorrentes do próprio processo de urbanização, colaborando significativamente para a construção da tão preconizada sustentabilidade urbana (BENINI, 2019).

Perante tal fato, a drenagem urbana torna-se imprescindível e figura como ação preventiva contra os desastres naturais causados pela chuva, e, como pressuposto para o presente capítulo, foi proposta a metodologia descritiva e analítica, a partir de um estudo de caso no Município de Betim/MG, tendo em vista o alagamento ocorrido durante um período chuvoso na região.

Assim, frisa-se que o objetivo deste capítulo é constituído pelo destaque da importância da implantação da área vegetal (infraestrutura vegetal) aplicada à drenagem urbana, bem como a realização de métodos construtivos sustentáveis a fim de solucionar os problemas causados pelo grande acúmulo de água no período chuvoso no bairro do vigente município. Destaca-se ainda que a proposta se justifica pela necessidade de execução de obras de recuperação e ampliação da calha do córrego pela Prefeitura local, visando amenizar perdas e danos colaterais como medida preventiva contra áreas passíveis de inundação no bairro em questão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Tucci (2012) é necessário analisar o conjunto de impactos nos centros urbanos mediante a falta de sustentabilidade do modelo de urbanização de concentração urbana, com ocupação dos espaços com superfícies impermeáveis. Dessa maneira, a eficácia da drenagem foi pesquisada, bem como a utilização de infraestrutura vegetal relacionadas ao saneamento básico, sendo conceituada e abordada em áreas passíveis de inundação durante os períodos chuvosos.

2.1. SANEAMENTO BÁSICO

De acordo com o Art. 3º da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, o saneamento básico é descrito como um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de, dentre eles, resíduos sólidos, constituídos pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final de forma adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana (DECRETO – BRASIL, 2020).

Consequentemente, fica explícita a relação entre o sistema de drenagem de águas pluviais e demais componentes do saneamento básico, evidenciando a presença significativa de resíduos sólidos, que representam com vigor parte do mau funcionamento das redes de drenagem, e ainda ao esgotamento sanitário, cuja mistura com a água na rede de drenagem provoca a degradação das águas (SOUZA, 2013). Portanto, a falta de saneamento básico em centros urbanos relacionados ao mau dimensionamento do tratamento de água e lixo, sugere ainda o impacto da urbanização, que pode ocorrer sobre a quantidade de água (enchentes), quantidade de sedimentos e qualidade da água (GALVÃO, 2018).

2.2. DRENAGEM URBANA

Pompêo (2000) sugere que o controle de escoamento mantém o enfoque na própria calha do rio, retirando a importância à geração do escoamento nas superfícies urbanizadas. Argumenta-se quanto aos alagamentos que estes podem, ainda, advir de transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no ciclo hidrológico, retirando-o de seu equilíbrio, em regiões a montante das áreas urbanas, ou ainda, devidas a urbanização da população, conforme Figura 1.

Figura 1: Urbanização em Várzeas

Fonte: Senado Federal (2022)

Como mostra a Figura 1, terrenos não tão planos ao longo dos rios, denominados várzeas, se sobressaem dentre as áreas de risco e potencializam as enchentes, bem como taludes e encostas que sofrem instabilidade em seu solo, devido às alterações humanas (SENADO FEDERAL, 2022). Segundo Pompêo (2000), o sistema de canalização de rios e córregos trata-se da visão norteada pela garantia da área da seção de escoamento e a minimização das perdas de carga hidráulica em decorrência de edificações nestas áreas, que, por muitas vezes, tem enfoque ao controle do escoamento na própria calha do curso

d'água. Destaca-se que a realização das obras de canalização é frequentemente seguida da ideia de resolução quanto às inundações.

2.3. INFRAESTRUTURA VEGETAL

A denominada infraestrutura verde se enquadra no 11º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável das Organização das Nações Unidas (ONU) denominado "Cidades e Comunidades Sustentáveis", partindo do princípio de que a mesma implementa a oferta de espaços inteligentes e contribuem para a melhoria da qualidade de vida e evidencia o gerenciamento holístico do risco de desastres, como parte da meta supracitada que culmina na mitigação e adaptação às mudanças climáticas, bem como na resiliência de desastres (ONU, 2022).

Caracteriza-se a "Infraestrutura Verde" como sendo a estrutura ecológica de suporte à vida natural, além de conservar os benefícios econômicos e culturais e implementar a ideia do uso do solo de forma sustentável nos bairros e cidades, relacionados ao controle de drenagem urbana (VASCONCELOS, 2015), conforme Quadro 1.

Quadro 1: Elementos e funções da Infraestrutura Verde

Elementos e Funções da Infraestrutura Verde	
Elementos	**Funções**
Parques públicos ou privados; reservas ou áreas de preservação.	Recupera e protege a fauna e a flora, aumenta a biodiversidade, conserva e restitui as características da paisagem natural.
Refúgios/corredores da vida silvestre e cinturões verdes.	Proporciona habitat para a vida selvagem, favorece a migração e reprodução animal e matém a saúde da população.
Terras ribeirinhas, pântanos, mangues, planícies de inundação e áreas de recarga de aquíferos, rios e lagos.	Protege e recupera a quantidade e a qualidade da água, atua no manejo das águas pluviais e mitigação das inundações, proporciona habitat para organismos aquáticos e favorece o ciclo hidrológico.
Parques, corredores verdes e corredores ripários, trilhas, ciclovias e vias arborizadas.	Provê espaço para atividades ao ar livre, oportunidades de transporte alternativo, conexão e proteção dos componentes da rede e conecta as pessoas à natureza.
Sítios históricos e arqueológicos.	Preserva uma ligação com herança cultural e natural.
Cinturões verdes, monumentos naturais, mirantes, espaços abertos públicos.	Melhora os padrões de crescimento e desenvolvimento, cria paisagens com apelo visual, aumenta o orgulho e a identidade comunitária.
Fazendas, ranchos, pomares, hortas e florestas controladas.	Protege as terras cultiváveis, matém características e tradições rurais e sustenta setores econômicos.

Fonte: Adaptado de Vasconcelos (2015).

Desse modo é imprescindível a revisão dos métodos convencionais para aplicação de novas soluções construtivas quanto ao resgate dos princípios positivos às formas urbanas, bem como para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana, fazendo o resgate às áreas degradadas e rendidas ao acúmulo de lixo.

3. METODOLOGIA

O capítulo apresenta uma metodologia qualitativa descritiva, justificada pelo estudo de caso realizado em áreas que foram identificadas como situações presentes de constante inundação. Deste modo, foi escolhido como objeto de estudo, parte da área do bairro Senhora de Fátima, localizado no município de Betim/MG.

Inicialmente foram utilizadas fontes de pesquisas bibliográficas através de sites governamentais e instituições nacionais e mundiais, através de leituras acadêmicas de artigos, teses, dissertações científicas, entre outros trabalhos existentes.

Posteriormente foram realizadas visitas técnicas "*in loco*", a fim de catalogar dados e relatórios fotográficos da real situação da área descrita, incluindo pareceres fornecidos pela empresa que implementou a canalização de trecho do Rio Betim. Realizou-se ainda entrevistas com profissionais da área da Engenharia Civil da Prefeitura do Município e Superintendência Municipal de Defesa Civil local, além de moradores da região, com o fito de propiciar um levantamento de possíveis causas, efeitos e soluções diante do cenário de alagamento verificado no local em questão.

O universo amostral selecionado buscou qualificar os residentes dentro do contexto de média e alta vulnerabilidade social, bem como pela localidade já considerada de risco pela Defesa Civil do município. Situação que se explica pela certeza de que toda ou grande parte dos moradores selecionados são verdadeiramente qualificados por possuírem vivências incontestáveis sobre os eventos relacionados às chuvas intensas na área analisada.

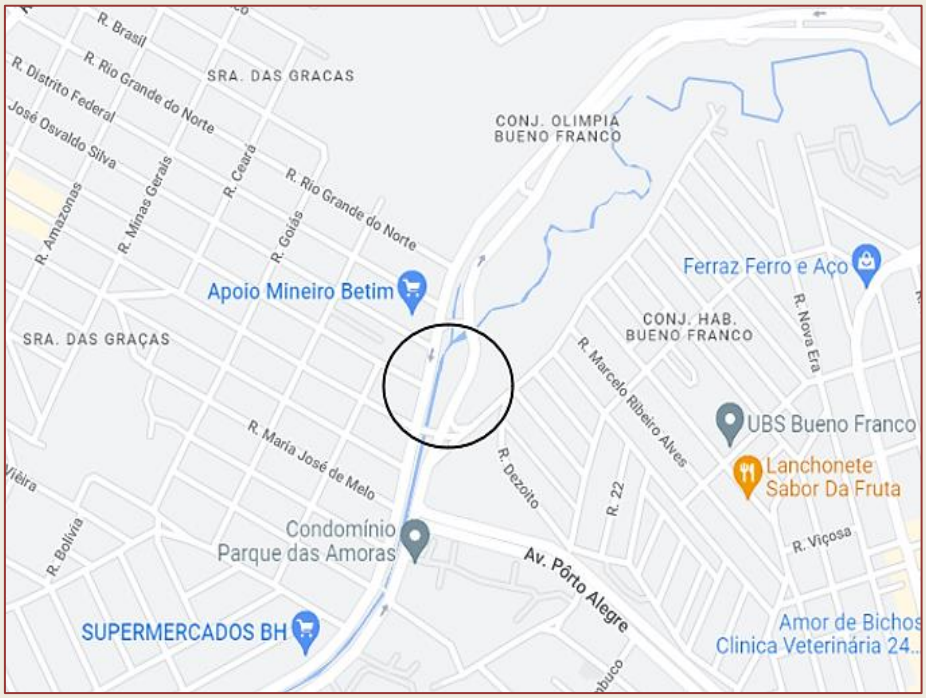
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para análise da temática proposta foi realizado com apoio da Prefeitura do Município de Betim/MG e Defesa Civil local, o Estudo de Caso no bairro Senhora de Fátima no município de Betim/MG, região passível de inundação pelo córrego Estiva. Os dados coletados *in loco*, juntamente com as entrevistas e estudos dos materiais da região recebidos, possibilitaram a análise e integração de informações que serão aqui discutidas, a fim de propor uma solução para minimizar a recorrência das situações de enchentes e alagamentos na região correspondente.

4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E ESTUDO DAS ÁREAS PASSÍVEIS DE INUNDAÇÃO - BAIRRO SENHORA DE FÁTIMA

Para análise da temática proposta foi realizado um Estudo de Caso no bairro Senhora de Fátima no município de Betim/MG, em concordância e apoio da Prefeitura do Município e Defesa Civil local. Iniciou-se o estudo pelo córrego Estiva, pertencente ao bairro em questão e caracterizado por ser uma bacia hidrográfica de corpo d'água de pequeno porte (Figura 2).

Figura 2: Desaguamento do córrego Estiva no Rio Betim (Betim/MG)



Fonte: Google Maps e Google Earth (2022).

Após a execução das obras de drenagem e pavimentação asfáltica foi notabilizado a entrega da canalização do córrego Estiva (AGENDA BETIM, 2021). Com o período de chuva significativamente alto no ano de 2022, fato ocorrido logo após a realização das obras, demonstram-se abaixo situações no período de chuva, conforme Figura 3. Destaca-se, contudo, que a obra não foi realizada em toda a extensão da respectiva Avenida.

Figura 3: Vista do Senhora de Fátima em situação de Alagamento

Fonte: Agenda Betim (2022).

O encontro entre o Rio Betim e o córrego Estiva não obtiveram intervenções em seu leito, sendo a obra interrompida antes de vir ao encontro do córrego, conforme observado na Figura 4. Atribui-se a situação exposta nesta mesma Figura 4 ao provável condicionamento de situação de alagamento da região, e, verificando que é incontestável que os cenários apresentados são alarmantes pelos mais variados efeitos e abrangência de suas consequências.

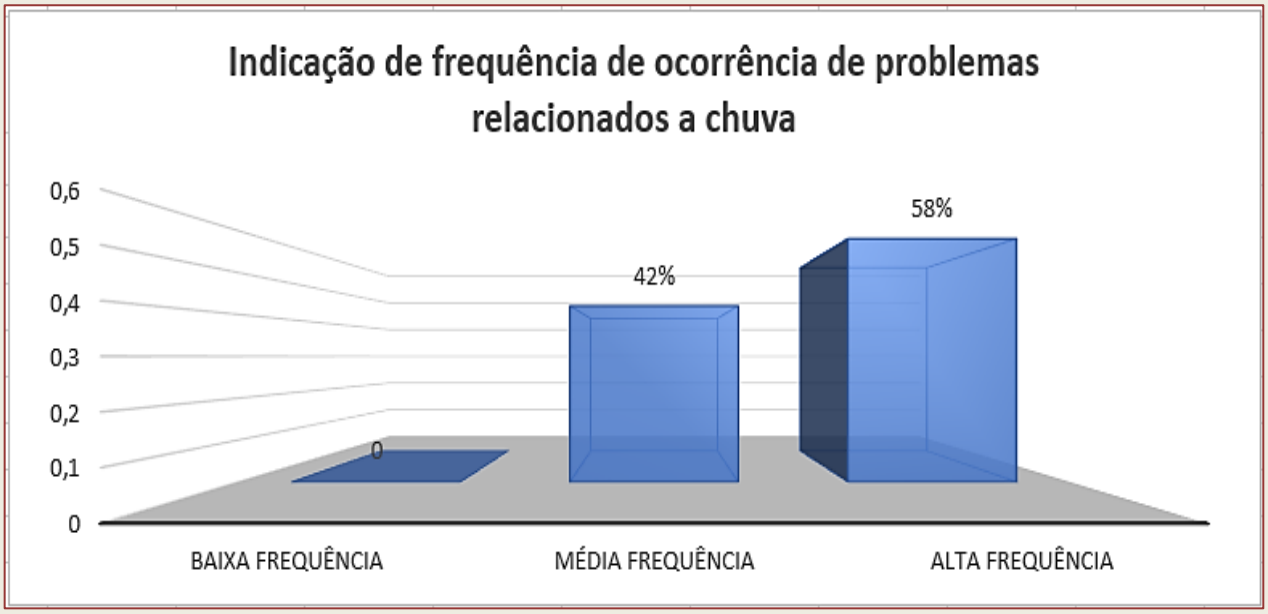
Figura 4: Ponto de Finalização da Obra de ampliação da calha do rio

Fonte: Google Earth (2022).

4.2. OBTENÇÃO DE DADOS QUALITATIVOS

De acordo com os levantamentos, constatou-se que, com relação a indicação de frequência em que ocorrem problemas relacionados a chuvas no bairro de estudo, 58% dos moradores indicaram uma situação de alta frequência, evidenciando o fato de residentes não demonstrarem inexistência de problemas frequentes relacionados ao período chuvoso, conforme o Gráfico 1.

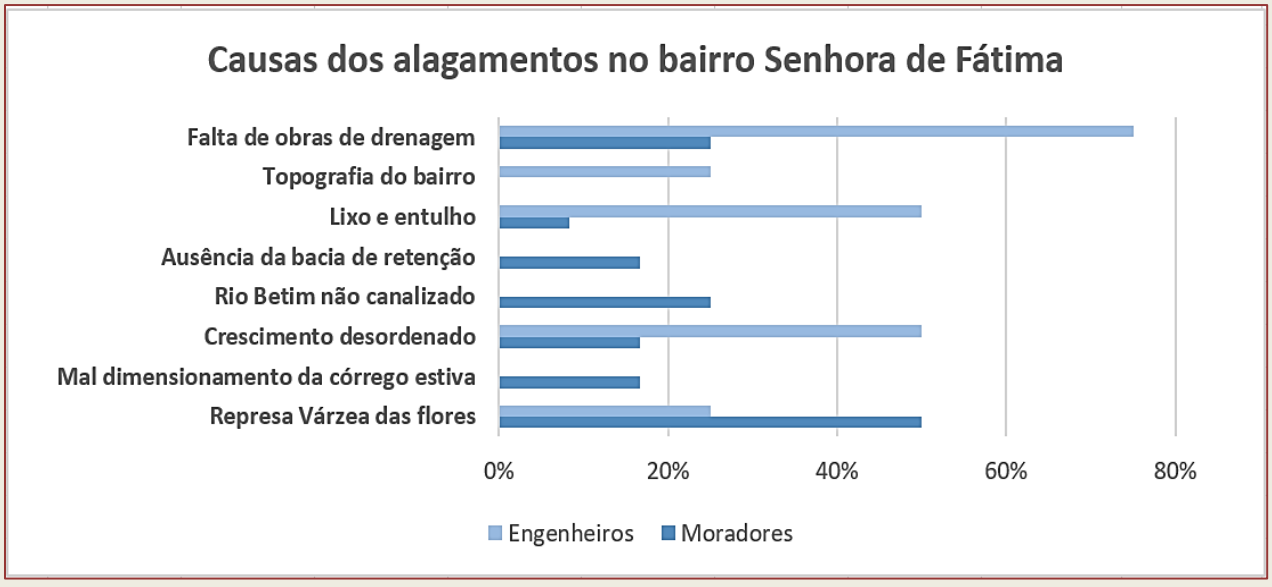
Gráfico 1: Opinião de moradores - ocorrência de problemas relacionados ao período chuvoso



Fonte: Autores (2024).

Assim sendo, observou-se que, no que diz respeito à maior causa de alagamento no bairro Senhora de Fátima, 50% dos moradores evidenciaram tal condicionamento como sendo a Represa Várzea das Flores, justificando a escolha com base no processo de vertimento de água em períodos de cheia. Quanto aos engenheiros entrevistados, 75% dos agentes de Defesa Civil sugerem que o maior problema dos alagamentos do bairro se deve a falta de obras de drenagem, conforme abordado na Figura 5.

Figura 5: Opinião de moradores sobre causas de alagamentos



Fonte: Autores (2024).

Verificou-se ainda que dentre as respostas obtidas houve outras atribuições às causas, conforme consta na Figura 5. No que se diz respeito a situações que intensificaram o alagamento no período chuvoso de 2022, obteve-se o mesmo percentual de opiniões entre moradores e engenheiros quanto a falha no dimensionamento da calha do córrego estiva, exarando 25% para cada grupo amostral. Demais questões levantadas como situações condicionantes a intensificação do período chuvoso foram demonstradas conforme Tabela 01.

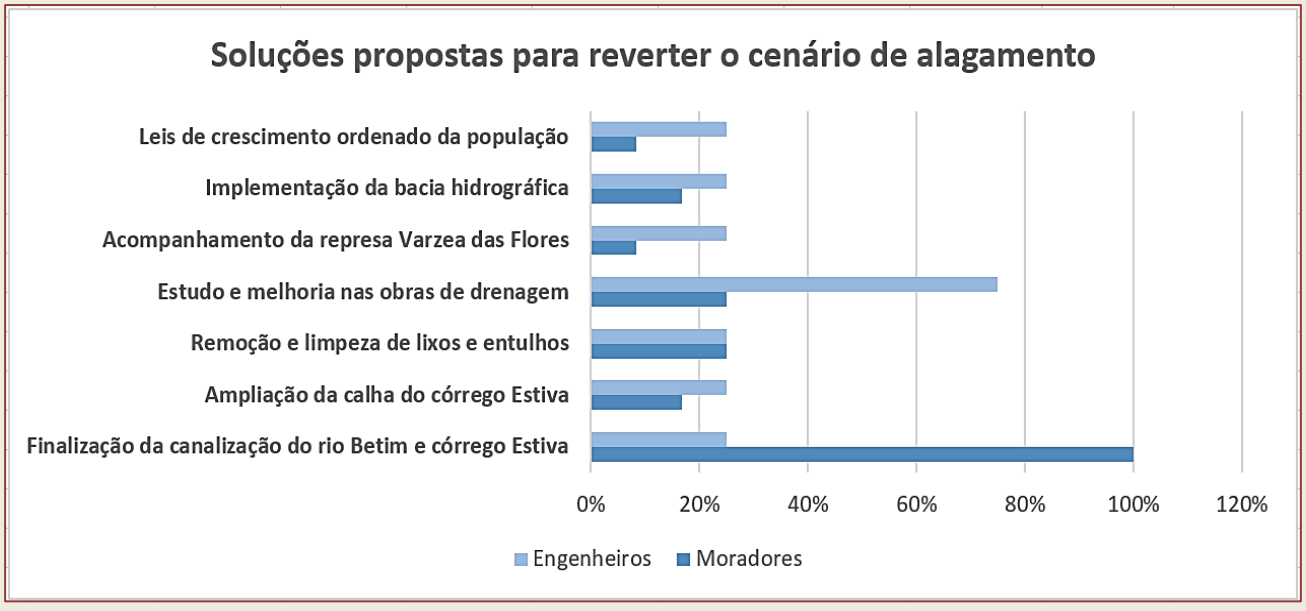
Tabela 1: Opinião dos Moradores sobre situações que intensificaram o período chuvoso

Situações que intensificaram o período chuvoso de 2022		
Aspectos Analisados	**Moradores**	**Engenheiros**
Falha no dimensionamento da obra do córrego Estiva	25%	25%
Impermeabilização dos solos	16,66%	25%
Vertimento da represa Várzea das Flores	33,33%	-
Alto volume pluviométrico de chuvas	8,33%	25%
Falta de estudos aprofundados da área	8,33%	25%
Não identificou situações agravantes	33,33%	25%

Fonte: Autores (2024).

Ainda conforme Tabela 1, o resultado sugere que cada parcela significativa de moradores das áreas de risco tem clarividência suficiente para identificar importantes causas motivadoras para o surgimento do referido tipo de problema tratado neste capítulo, destacando-se condições de dimensionamento da obra. Por fim, pretendendo manifestar o posicionamento do grupo amostral quanto às soluções cabíveis para reverter o cenário exposto, bem como o posicionamento crítico dos engenheiros de defesa civil, obtiveram-se como respostas as descrições na Figura 6.

Figura 6: Soluções para o cenário de alagamento



Fonte: Autores (2024).

Logo constata-se que a compreensão dos munícipes sobre um determinado problema é capaz de exprimir um resultado afortunado com relação a implementação de novos cenários e modelos de desenvolvimento para obras futuras.

4.3. SOLUÇÃO PROPOSTA

No objetivo do vigente estudo, como solução proposta para as ocorrências das inundações do bairro em estudo, o córrego Estiva possuindo ainda parte do canal natural não modificado e com revestimentos, vegetações e sedimentações depositadas nas beiras de sua margem, reitera que as condicionantes têm suas diferenças devido a rugosidade em relação às tubulações de drenagem.

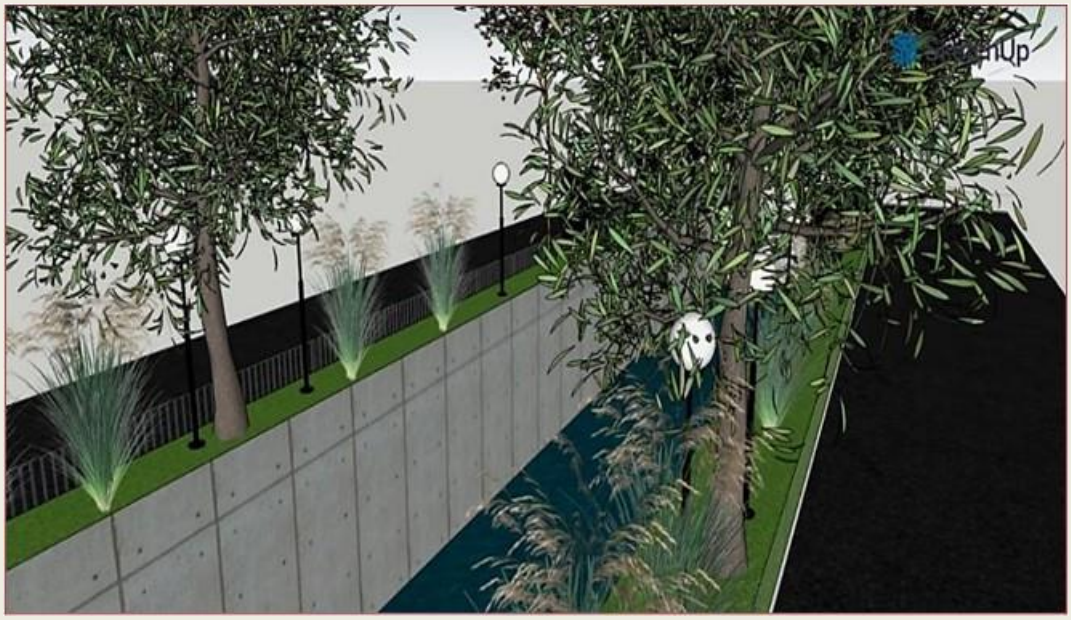
Para tal, visa-se a ampliação da calha do córrego, evidenciado os dados obtidos nas entrevistas críticas e populacional com relação a melhoria nas obras de drenagem já realizadas, de forma a introduzir, como solução, o amortecimento ou retardo das ondas de cheias com o aumento de sua vazão afluente, dimensionado o volume de água e a vazão do efluente de forma efetiva, para que tais acontecimentos como inundações não aconteçam de forma recorrente. Para tal, propõe-se a ampliação mediante a Figura 7.

Figura 7: Idealização (sketchUp) do Córrego Estiva com calha de rio já ampliada

Fonte: Autores (2024).

A infraestrutura vegetal surge como fator atenuante ao resgate das áreas degradadas e servientes ao acúmulo de lixo. Logo, a contribuição da área vegetal tem como desenvolvimento a revitalização da margem do córrego Estiva, criando um alto potencial paisagístico da valorização urbana e a permeabilidade do solo de forma a reter as chuvas no local (Figura 8).

Figura 8: Sugestão de implementação (SketchUp) de área vegetal – Vista 01



Fonte: Autores (2024).

Portanto, a revisão dos métodos convencionais e análise do cenário urbano demonstra que as técnicas de drenagem sustentável ultrapassam a função hidrológica, podendo subsidiar os planos de drenagem a serem executados, utilizando-se assim de pavimentos permeáveis, canteiros pluviais ou jardins de chuva e técnicas aplicadas à bioengenharia, que se destinam a desenvolver novas tecnologias que proporcionem melhorias aos sistemas existentes. Para tal, aborda-se a sugestão de implementação da área vegetal, conforme Figura 9.

Figura 9: Sugestão de implementação (SketchUp) de área vegetal – Vista 02

Fonte: Autores (2024).

5. CONCLUSÃO

O capítulo se desenvolve a partir da potencial necessidade de execução de obras de ampliação da calha do córrego Estiva, localizado no bairro Senhora de Fátima, em Betim/MG. Visando amenizar perdas e danos colaterais como medida preventiva contra áreas passíveis de inundação no bairro Senhora de Fátima, o mesmo destaca-se ainda pela importância da implantação da infraestrutura vegetal aplicada à drenagem urbana.

O período chuvoso no bairro em questão demonstrou que as abordagens relacionadas ao saneamento básico se aplicam ao cenário apresentado, tendo em vista a situação de lixo e entulho presentes no encontro do córrego em estudo. Em questões de cheias, com o aumento de água para os rios, a ampliação da calha seria adequada mediante ao volume significativamente elevado, tendo em vista a maior vazão que seria obtida pelos efluentes. Ressalta-se ainda a necessidade de estudos futuros e novos cálculos de vazão da calha do rio que possibilite a ampliação de acordo com a real necessidade de comportamento em período de cheias, tendo como base os fatos históricos, mesmo em altos índices pluviométricos anuais.

Foi possível evidenciar os fatos de demanda de ampliação da calha do córrego Estiva, bem como a continuidade das obras de ampliação e recuperação da calha do rio Betim. Além disso, outras soluções são possíveis de serem aplicadas, como a implantação da bacia hidrográfica e remoção dos lixos e entulhos. Cita-se a utilização da infraestrutura vegetal para discutir sua importância como prática sustentável destinada a subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana, e aplicação mediante a finalização das obras futuras, como método de diminuição de impermeabilidade do solo.

Deste modo, a partir das soluções propostas a fim de minimizar os episódios de enchentes, pondera-se a eficiência da construção deste, destinado a mitigação dos efeitos trágicos do período chuvoso, como forma de preservação da vida e do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

[1] BENINI, S. M. **Infraestrutura Verde aplicada a Drenagem Urbana**, Tupã, São Paulo. 1 Ed, 2019. E-book. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=6APuDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 09 de setembro de 2022.

[2] BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Dispõem sobre o marco legal do saneamento básico.** Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 16 de julho de 2020. Seção 1, nº 135, p. 01-08. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=16/07/2020&jornal=515&pagina=1&totalArquivos=91>. Acesso em 06 de setembro de 2022.

[3] CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes,** 2. Ed. São Paulo: Oficina dos Textos, 2014.

[4] GALVÃO, R. S. **Drenagem urbana e Planejamento Ambiental: Vale do Rio Joao Mendes**, 2008. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/17277/Renata%20dos%20Santos-Dissert.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 28 de agosto de 2022.

[5] LIRA, S. Obra da avenida sanitária Cordiline, em Betim, é iniciada. **Vale do Paraopeba**, 16 de set. 2019. Disponível em: <https://valedoparaopeba.com.br/obra-da-avenida-sanitaria-cordiline-em-betim-e-iniciada/>. Acesso em 06 de setembro de 2022.

[6] MOREIRA, R. Av. Cordiline: Córrego transborda e águas invadem casas no Senhora de Fátima. **Agenda Betim**, 09 de jan. 2022. Disponível em: https://agendabetim.com.br/noticias/betim/2022/01/09/av-cordiline-corrego-transborda-e-aguas-invadem-casas-no-senhora-de-fatima/14540/. Acesso em 03 de setembro de 2022.

[7] MOREIRA, R. Chuva não dá trégua, e Betim já registra mais de 9 mil desalojados. **Agenda Betim**, 11 de jan. 2022. Disponível em: https://agendabetim.com.br/noticias/betim/2022/01/11/chuva-nao-da-tregua-e-betim-ja-registra-mais-de-9-mil-desalojados/14684/. Acesso em 19 de setembro de 2022.

[8] MOREIRA, R. Defesa Civil de Betim registra 165,9 mm de chuva em 24 horas. **Agenda Betim**, 10 de jan. 2022. Disponível em: https://agendabetim.com.br/noticias/betim/2022/01/10/defesa-civil-de-betim-registra-165-9-mm-de-chuva-em-24-horas/14619/. Acesso em 28 de setembro de 2022.

[9] MORSCH, M. R. S.; MASCARÓ, J. J.; PANDOLFO, A. **Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 305-321, out./dez. 2017. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/yhZVfk87CZC6yXDRYHQPpgp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 28 de setembro de 2022.

[10] **Betim, Agenda**. OBRAS na avenida Cordiline, no bairro Nossa Senhora de Fátima, devem ser concluídas em agosto. 12 de maio 2021. Disponível em: <https://agendabetim.com.br/noticias/betim/2021/05/12/obras-na-avenida-cordiline-no-bairro-nossa-senhora-de-fatima-devem-ser-concluidas-em-agosto/9255/>. Acesso em 15 de setembro de 2022.

[11] OLIVEIRA, Nelson. Enchentes, enxurradas e deslizamentos podem ter solução. **Agência Senado**, Brasília, 13 de mar. 2022. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2022/03/enchentes-enxurradas-e-deslizamentos-podem-ter-solucao-entenda-como> Acesso em 13 de outubro 2022.

[12] ONU, Organização das Nações Unidas. **Cidades e comunidades sustentáveis**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em 14 de outubro de 2022.

[13] PHILIPPI JR., A. (ed.). **Saneamento, saúde e ambiente**. Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Manole, 2004.

[14] POMPÊU, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável,** 2000. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Sumarios/46/c6be0bdb36e71f441b574b6a63d5a75a_2d24ccc39dcc0666232d4d538fcef31f.pdf>. Acesso em 01 de out. 2022.

[15] RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**, 2010. Especialização em análise ambiental. Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoeSa%C3%BAde.pdf> . Acesso em 18 de setembro de 2022.

[16] SOUZA, V. C. B. **Gestão da drenagem urbana no Brasil: Desafios para a sustentabilidade**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), p. 057-072, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7105>. Acesso em 17 de setembro de 2022.

[17] TUCCI, C.E.M. **Inundações urbanas**. [S.I.]. 15 p. Disponível em: < https://www.semarh.se.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/drenagem1.pdf>. Acesso em 28 de agosto de 2022.

[18] TUCCI, C.E.M. **Gestão da Drenagem Urbana**. 2012. Disponível em: <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38004/LCBRSR274_pt.pdf>. Acesso em 28 de agosto de 2022.

[19] VASCONCELOS, A. A. **Infraestrutura Verde Aplicada ao Planejamento da Ocupação Urbana**, 1. Ed, 2015. Cap.1. E-book. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Infraestrutura_verde_aplicada_ao_planeja/5CA0DwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover>. Acesso em 22 de outubro de 2022.

Capítulo 11

Bioquímica cervejeira e bioprocessos para futuros engenheiros químicos: o conhecimento em ação

Margarete Aparecida Pereira
Pedro Prates Valério
Madrith Sthel Costa Duarte
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Clarissa Ana Zambiasi
Fernanda Cristina Verediano
Hugo Vilaça Lima
Orlando Gama da Silva Junior
Vanessa Mota Vieira

Resumo: A educação na sociedade da informação, além de facilitar o acesso a formação baseada na aquisição de conhecimentos, deve permitir o desenvolvimento de habilidades como a seleção e o processamento de informações, autonomia, a capacidade de tomar decisões, a polivalência, a flexibilidade, entre outros . Por este motivo as DCNs reforçam a necessidade de práticas de ensino/aprendizagem que garantam maior dinamismo e autonomia com o uso de metodologias ativas, solução de problemas concretos em atividades e conhecimentos interdisciplinares. Neste contexto, o presente capítulo se desenvolve a partir de objetivo primário relacionado à compreensão e à relevância de tópicos especiais, por meio de propostas de operação e adequações metodológicas, no sentido da potencialização e construção da aprendizagem, no âmbito de componentes curriculares que se relacionem à Engenharia Química: Bioprocessos e Produção Cervejeira. A metodologia baseou-se em estratégias de aprendizagem foram baseadas em aulas expositivas, sala de aula invertida, instruções por pares, aulas em laboratório, aulas práticas, elaboração de projetos, estudos de caso e resolução de problemas reais. O processo cervejeiro adotado como estratégia de ensino neste projeto, mostrou-se eficaz, permitindo desenvolvimento de projetos com acompanhamento das etapas desenvolvidas pelos alunos, o questionamento de eventuais dificuldades apontadas pelos alunos durante a realização das tarefas e aumentou o engajamento nas aulas.

Palavras-chave: Bioquímica, bioprocessos, processos cervejeiros, educação, engenharia.

1. INTRODUÇÃO

Cerveja, de acordo com o decreto Decreto nº 6.871, de 2009, é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro (BRASIL, 2009). A presente definição descreve o processo de produção da bebida de maneira simplificada, mas como citado por Young e Lewis (2002), se a cerveja tivesse sido inventada hoje, provavelmente, o processo complexo seria considerado uma tecnologia inapropriada.

Apesar do crescimento tecnológico que separa a fabricação de cerveja antiga das cervejarias de alta tecnologia de hoje, o processo em sua versão tradicional permanece totalmente inalterado. A produção de cerveja é marcada por intervalos de tempo e de temperaturas bem definidos, que promovem a ativação/desativação e desnaturação de enzimas responsáveis pela malteação, pela liberação de amido do malte, na liberação de aroma e de sabor na lupulação, na produção de álcool e dióxido de carbono durante o processo fermentativo. A fabricação de cerveja só pode ser compreendida e explicada a partir de conceitos científicos, como proteína, enzimas, pH, condutividade transferência de calor, entre outros (YOUNG; LEWIS, 2001; PIRES; BRÁNYIK, 2015). Tendo em vista tais fatos, o processo cervejeiro pode ser apresentado como ferramenta multidisciplinar de aplicação e problematização para os conteúdos de bioquímica, termodinâmica, química analítica, operações unitárias e controle de qualidade, visando o desenvolvimento de habilidade e competências definidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de graduação em engenharia.

As DCNs para os cursos de graduação em engenharia definem o perfil do egresso e competências esperadas do egresso, como por exemplo, ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia. Para que estas competências sejam desenvolvidas, o parecer número 1 de 2019 do Conselho Nacional de Educação (CNE) e da Câmara da Educação Superior (CES) reforça a necessidade de práticas de ensino/aprendizagem que garantam maior dinamismo e autonomia com o uso de metodologias ativas, solução de problemas concretos em atividades e conhecimentos interdisciplinares (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2019b).

Neste contexto, o presente capítulo se desenvolve a partir de objetivo primário relacionado à compreensão e à relevância de tópicos especiais, por meio de propostas de operação e adequações metodológicas, no sentido da potencialização e construção da aprendizagem, no âmbito de componentes curriculares que se relacionem à Engenharia Química: Bioprocessos e Produção Cervejeira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PERFIL DOS PROFISSIONAIS DO SÉCULO XXI E AS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA OS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

A educação na sociedade da informação, além de facilitar o acesso a formação baseada na aquisição de conhecimentos, deve permitir o desenvolvimento de habilidades como a seleção e o processamento de informações, autonomia, a capacidade de tomar decisões, a polivalência, a flexibilidade, entre outros (FLECHA; TORTAJADA, 2009). A pandemia de COVID-19, modificou o mundo do trabalho e acelerou a inovação

tecnológica, evidenciando a necessidade do desenvolvimento das habilidades citadas anteriormente.

Para atender a necessidade do mercado de trabalho atual e futuro, o Fórum Econômico Mundial (WEF, sigla para *World Economic Forum*) destaca a necessidade da construção de sistemas educacionais com currículos adequados para o século 21, juntamente com a entrega consistente de instrução amplamente acessível, com a formação uma base sólida para uma vida inteira de adaptação e desenvolvimento de novas habilidades. Desta maneira, para a formação dos profissionais do futuro é preciso estar atento às mudanças do mundo do trabalho, por meio do estabelecimento de currículos flexíveis, que conectem as necessidades dos empregadores e a formação técnico-cientifica e socioemocionais requeridas para a resolução de problemas. Segundo o *The Future of Jobs Report* (WEF, 2020), entre habilidades requeridas no mundo, até 2025, podem se destacar: Pensamento analítico e inovação, Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem, Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade, Resolução de problemas complexos, Raciocínio, resolução de problemas e ideação, Pensamento crítico e análise, Inteligência emocional, Criatividade, originalidade e iniciativa, Solução de problemas e experiência do usuário, Liderança e influência social, Orientação de serviço, Uso de tecnologia, monitoramento e controle, Análise e avaliação de sistemas, Projeto de tecnologia e programação, Persuasão e negociação.

Em convergência com estas novas exigências no mundo, as Novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia são implementadas no Brasil, buscando modernizar os cursos de engenharia, por meio do foco na formação através do desenvolvimento das competências, metodologias inovadoras, indução de políticas institucionais inovadoras, ênfase na gestão do processo de aprendizagem, fortalecimento do relacionamento com diferentes organizações e valorização da formação do corpo docente (BRASIL, 2019 a).

2.2. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA CERVEJA E SUAS APLICAÇÕES OU PEDAGÓGICAS

De maneira geral, processo de produção de cerveja envolve a extração e a quebra de carboidratos da cevada maltada para a obtenção de uma solução rica em açúcares (mosto), que contém os nutrientes necessários para o crescimento anaeróbio da levedura. Durante esse processo de crescimento da levedura, os açúcares simples presentes no mosto são consumidos na fermentação produzindo álcool e subprodutos metabólicos aromáticos. As modificações mais significativas são catalisadas por enzinas durante o processo de malteação da cevada e a fermentação. As demais etapas envolvem troca de calor, separação, clarificação, nas quais as alterações químicas são muito menores que nas etapas enzimáticas da malteação e da fermentação (WILLAERT, 2007; D'AVILA *et al.*, 2012). A Figura 1 apresenta o processo de fabricação desde malteação até a distribuição.

Figura 1: Processo de fabricação da cerveja

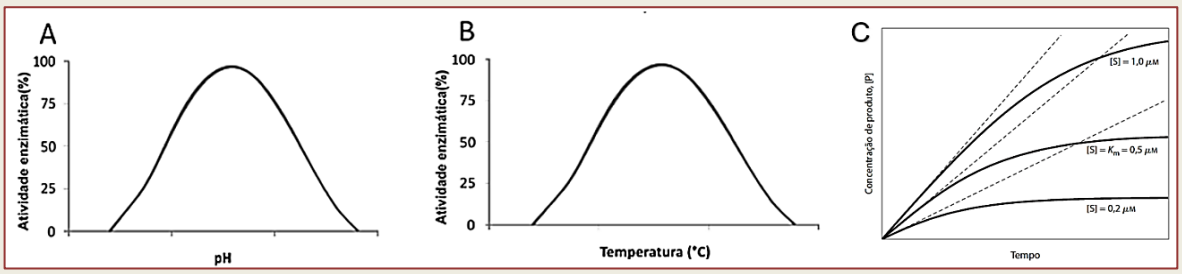
Fonte: Autores (2024).

A cevada cultivada pertence à espécie *Hordeum vulgare L*, membro da família de gramíneas *Poaceae.* Para os cervejeiros, a estrutura de interesse dos cervejeiros é o endoperma da semente, que contém a reservas de nutrientes que serão extraídos para a fermentação. Na malteação o grão é submetido a uma germinação controlada para a produção de enzimas que degradarão amido, proteínas, lipídios e outros componentes do grão (HARRISON; NUMMER, 2000; KOK *et al.*, 2018).

Na primeira etapa da malteação, o grão é mergulhado em água com temperatura entre 10° - 15 ° C e germinado entre 15° - 20 °C de 3 a 7 dias. Posteriormente o broto é removido e a semente germinada é seca, para evitar que os nutrientes necessários a fermentação sejam consumidos Operacionalmente, o estágio ótimo para interromper a germinação é quando foi atingido a máxima modificação do endosperma com o mínimo consumo dos nutrientes (HARRISON; NUMMER, 2000; PIRES; BRÁNYIK, 2015; KOK *et al.*, 2018) .

A etapa de moagem do malte tem dois objetivos: a diminuição do tamanho partícula e a uniformização das mesmas. A adequação e a uniformização das partículas visam o aumento da superfície de contato a atuação das enzimas. Quanto mais finas as partículas, melhor é a quebra do malte em açúcares fermentáveis e compostos de nitrogênio assimiláveis. Por outro lado, é importante ressaltar, que a moagem do grão de malte, em moinhos de rolos ou de martelos, deve ser realizada de maneira a deixar o mais intacta possível a casca do malte. A preservação da casca do malte ajuda na separação e na clarificação do mosto, pode reduzir extração de taninos e outros componentes indesejáveis durante a etapa de mosturação (LEWIS; YOUNG, 2001; PIRES; BRÁNYIK, 2015; KOK *et al.*, 2018). O produto moído, ou *grist*, é posteriormente misturado com água e aquecido durante a maceração, o que permite que os grânulos de amido sejam gelatinizados e se tornem mais acessíveis às enzimas do malte, como α-amilase, β-amilase, α-glucosidase, dextrinase (KOK *et al.,* 2018; HORNINK, 2022) . Nesta etapa os controles de temperaturas, de pH e da concentração de substrato extraído devem ser controlados, pois a alteração destes parâmetros pode modificar a velocidade de reação como mostrado pela Figura 2.

Figura 2: Parâmetros que influenciam ação enzimática – pH, temperatura, concentração substrato



Fonte: MONTEIRO e SILVA (2000); NELSON e COX (2014)

Os efeitos produzidos pela modificação da temperatura no mosto são mostrados na tabela 1. A temperatura mais baixa faixa (35–40 °C) permite extensa degradação de ß-glucanos, que promovem a separação do mostro e a clarificação da cerveja. A degradação proteolítica tem início de 45 °C e continua até por volta de 55° C. Entre 45 a 55°C há a ação de enzimas proteolítcas. A atividade destas enzimas são otimizadas a temperaturas próximas de 50°C. Em geral, os repousos acima de 60 °C são, de longe, os mais importantes para a maceração. Neste intervalo de temperatura a maior parte do extrato é dissolvida e, aproximadamente 80% dos açúcares fermentáveis são produzidos. Na faixa temperatura entre 70 e 72°C são formadas as glicoproteínas, importantes na formação da estabilidade da espuma da cerveja (FIX, 1999; LEWIS; YOUNG, 2001).

Quando a conversão do amido estiver completa, o mosto é separado do bagaço. Porém haverá extrato residual, que deverá ser recuperado de maneira a obter a máxima eficiência. Para remover esse resíduo, os grãos são lavados (aspergidos) com água quente (FIX, 1999). Após a separação dos sólidos residuais, o líquido açucarado quente é fervido com lúpulo. A Tabela 1 espressa modificações do mosto, em variadas temperaturas.

Tabela 1: Modificação do mosto durante o repouso a várias temperaturas

Temperatura ° C	Efeito promovido na faixa de temperatura
30-40	Liquefação de grãos e atividade da ß-glucanase
45-55	Atividade da ß-glucanase
47-52	Atividade de proteinase e peptidase
55-60	Atividade de a-amilase levando à produção de maltose
65-70	atividade da ß-amilase levando à quebra de amido para dextrinas
70-72	Formação de glicoproteínas levando à estabilidade e qualidades de textura da espuma da cerveja

Fonte: Fix (1999).

Todo o processo leva de 90 a 120 min, durante a fervura do mosto ocorrem os seguintes processos: inativação de enzimas, esterilização, precipitação de proteínas, evaporação da água e voláteis indesejados, isomerização de α-ácidos de lúpulo; e a formação de compostos de sabor através da reação de Maillard. Depois separação das proteínas precipitadas, resfria-se e aera-se o mosto, procedendo-se a inoculação (DURELLO; SILVA; BOGUSZ JUNIOR, 2019; FIX, 1999; PIRES; BRÁNYIK, 2015).

A etapa mais lenta do processo é a fermentação, na qual as células livres em suspensão *(S. cerevisiae, S. uvarum e S. pastorianus)* fermentam o mosto em reatores operados de forma descontínua, sem agitação O crescimento e a multiplicação destes

organismos são inseparáveis dos processos metabólicos que produzem etanol, dióxido de carbono e outros produtos metabólicos, como ésteres (acetato de etila, acetato de isoamila, acetato de n-propila), ácidos (acético, propiônico) e álcoois superiores (1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol), que contribuem para o sabor do produto (LEWIS e YOUNG, 2001; REBELLO, 2009). Bioquimicamente, como descrito por NELSON e COX (2014), as leveduras e outros microrganismos fermentam glicose em etanol e CO_2, com o objetivo de obtenção de energia, por meio formação de ATP. O etanol e o CO_2 são metabólitos da fermentação etanólica, e a equação geral é mostrada pela Equação 1, a seguir:

$$Glicose + 2ADP + 2P_i \rightarrow 2etanol + 2CO_2 + 2ATP + 2H_2O \qquad (1)$$

Tipicamente, o processo de fermentação é dividida em duas etapas: a fermentação principal (primária), responsável pela formação do etanol, produzindo uma "cerveja verde", seguida por um processo mais lento a temperatura mais baixa na presença de quantidades menores de fermento. Esta segunda etapa é chamada de fermentação secundária. Finalmente, a cerveja pode ser maturada para as características sensoriais sejam desenvolvidas (LEWIS;YOUNG, 2001).

Tendo em vista os processos descritos acima, o processo cervejeiro apresenta diversas possibilidades de aplicação e desenvolvimento de atividades pedagógicas com objetivo na formação de profissionais, que atendam a demanda que se apresenta nos âmbitos regional e nacional, considerando o mundo do trabalho e a indústria cervejeira contemporânea em franco crescimento. O Brasil é o 3° maior fabricante mundial, com 15,4 bilhões de litros, com 1549 estabelecimentos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com aumento de 12% em 2021 (BRASIL, 2022; Sindicerv, 2023). Estas atividades pedagógicas visam desenvolver competências, habilidades e atitudes *em* sentido de tornar-se o aprendente apto a avaliar resultados, processos enzimáticos, a composição e da estrutura das enzimas presentes, curvas de secagem do malte produzido, acompanhamento da fermentação e análise de qualidade e sensorial do produto produzido.

3. METODOLOGIA

3.1. DESENVOLVIMENTO E ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO

Minas Gerais é um dos maiores produtores de cervejas artesanais do país, especificamente, a Região Metropolitana de Belo Horizonte destaca-se quanto ao número de empreendimentos tanto em volume produzido. Nos últimos anos, a demanda por profissionais especializados tem aumento e, como consequência, houve um aumento do interesse dos estudantes de engenharia química sobre o processo produtivo de cerveja. Neste contexto, a disciplina Bioprocessos e Produção Cervejeira foi desenvolvida por meio de pesquisas em livros, artigos e consultas a profissionais. No Quadro 1 são apresentados o conteúdo programático, o público-alvo, os objetivos e as habilidades e competências.

Quadro 1: Definição do conteúdo programático, público-alvo, objetivos, habilidades e competências

Conteúdo programático	*Bioprocessos e Biorreatores* *Esterilização e Substratos* *Processos Fermentativos e Fundamentos Cinéticos: Crescimento Celular e Populacional* *Introdução à cultura cervejeira: histórico e cenário* *Cerveja e Legislação Brasileira.* *Matérias-primas e Ingredientes: malte, lúpulo, água, fermento, adjuntos* *Etapas de produção da cerveja: mosturação, filtração, lupulagem, fervura, precipitação do trub, resfriamento, inoculação, fermentação, maturação, filtração, envase..* *Tecnologia Cervejeira: Equipamentos e layouts Industriais* *Produção de cerveja e aplicações práticas: Produção em grupos.* *Controle de qualidade: Fundamentos de Análises Físico-Químicas e Sensoriais*
Público-alvo	Estudantes de graduação e pós-graduação em engenharia química, química e áreas afins.
Objetivos Gerais	Desenvolver competências, habilidades e atitudes, em sentido de tornar-se apto a formular soluções, analisando e avaliando métodos e ferramentas que se atrelam a processos de produção cervejeira
Objetivos específicos	Tornar-se apto a examinar e experimentar etapas sequenciais e processos unitários, relacionando e aplicando conhecimentos que se atrelam à produção cervejeira, também considerando seleção de insumos e cálculos adaptados; tornar-se capaz de identificar e aplicar fundamentos técnicos e científicos, formulando soluções criativas para a indústria cervejeira; Desenvolver habilidades e competências relacionadas à aplicação de tecnologias, considerando modificações de estado, energia ou composição
Habilidades e competências	Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais, no contexto em questão; Projetar e conduzir experimentos, interpretar resultados, conceber e analisar produtos e processos; Planejar e supervisionar etapas e operações, considerando sistemas e projetos; Identificar, formular soluções para problemas de engenharia, utilizando ferramentas e técnicas; Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica, atuando em equipes multidisciplinares; Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental; Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia; Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Fonte: Autores (2024).

3.2. ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS E O PROCESSO AVALIATIVO

A produção acelerada e distribuição do conhecimento exige que as pessoas se mantenham constantemente informadas e atualizadas (*lifelong learning*) e que sejam capazes de atuar em cenários de incerteza, absorver e propor soluções inovadoras . Neste contexto, adota-se a ideia de Kolb, para o qual o conhecimento é gerado por meio transformação da experiência (ENAP, 2015). Desta maneira as estratégias de aprendizagem foram baseadas em aulas expositivas, sala de aula invertida, instruções por pares, aulas em laboratório, aulas práticas, elaboração de projetos, estudos de caso e resolução de problemas reais.

O processo avaliativo foi baseado no acompanhamento processual da proposta de projeto de uma cervejaria e eventuais melhorias de processos produtivos com base nas reações bioquímicas presentes na fabricação.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A fabricação de cerveja demonstrou ser uma excelente oportunidade de mobilização de conhecimento prévio, pois permite por meio de projetos como dimensionamento de cervejarias, de equipamentos como trocadores de calor e de fermentadores, que o aprendente acione conceitos e os aplique para a resolução de problemas reais. Além disso, a explicação do processo produtivo com base nas reações bioquímicas possibilitaram o aprofundamento de conceitos muitas vezes subestimados nos cursos de engenharia química.

Tais fatos, foram percebidos pelos estudantes durante as atividades sugeridas, como mostram os depoimentos a seguir:

"De modo geral, minha experiência foi muito agradável. Foi bastante interessante vivenciar um momento com viés mais prático, enriquecendo o percurso na Engenharia Química. Espero poder seguir aprofundando, ainda que autonomamente, ainda mais, em cada assunto."

"A experiência me surpreendeu, o modelo de aprender sobre processos, a cada semana, tornou o aprendizado mais dinâmico. Como alguns assuntos me interessaram mais do que outros, o que é normal, pude aprender sobre que provavelmente não buscaria aprender por conta própria, o que eu acho importante. O curso foi uma experiência muito boa, pois quebrou o modelo geralmente utilizado, incluindo de aulas expositivas e conteudistas. "

"Acredito que a ideia de trazer temas progressivos, para termos contato com os processos, e com a realizada industrial, é muito válida e interessante. Foi uma experiência que me levou de aluna a uma posição/visão profissional. Foi muito interessante poder ver engenheiros em "ação". Os cursos de graduação tendem muitas vezes a se fazer mais presos à visão acadêmica, com menos olhar para a realidade de mercado. Nesse aspecto, ver os processos e ter contato com profissionais que lidam com produção foi muito agregador. Achei excelente a proposta. Muito obrigada."

"Adorei a iniciativa trazer conhecimentos e vivências vinculadas à área de atuação do engenheiro químico. Foi de grande valia para nós que estamos tão próximos de nos inserirmos no mercado de trabalho."

"Foi uma experiência muito positiva, adquiri muito conhecimento, e de forma tranquila, sem precisar me preocupar provas difíceis, mas sim com acúmulo de conhecimento. Além disso, fiquei muito satisfeita por sanar curiosidades sobre os processos e o cotidiano de profissionais da engenharia na indústria."

"A experiência foi muito importante para enxergar, de forma prática, como conceitos e cálculos se empregam na vida real, trazendo uma percepção do que é controlar processos em uma indústria. Com isso, puder ter mais visão sobre as responsabilidades de um engenheiro químico e também da pluralidade da profissão. Foi muito importante para mim perceber elemento de diversidade de caminho disponível, e também ter contato com profissionais nesses diferentes rumos e etapas da carreira. Certamente foi um semestre de muito aprendizado e crescimento!"

"Foi uma experiência enriquecedora. É gratificante poder ver as possibilidades de trabalho que nos são abertas por meio da engenharia, isso traz uma motivação muito grande."

"Gosto muito de escutar as pessoas falando sobre suas vivências e compartilhando seus conhecimentos. Achei muito interessante essa variedade que a gente teve - são aulas que eu assisti com gosto (não teve aquele peso de ser uma "obrigação'', sabe?). Os convidados foram excelentes, e o conteúdo foi abordado de uma maneira bem legal. Achei a proposta dos desafios bem coerente com a carga-horária da matéria, enriquecendo a formação."

"É muito legal ver na prática a rotina de engenheiros químicos, e da forma como a matéria foi dada talvez fosse legal até mesmo pensar em ofertar em períodos anteriores, para interessar os alunos pelo curso e pelo futuro profissional."

"Achei a experiência bem diferente do que eu esperava, e muito positiva. Conseguimos conhecer especificidades e aplicações vinculadas ao curso e à profissão, esclarecendo cada tema. Eu mesmo, para fazer os desafios, li muitos textos sobre os temas, despertado por curiosidade e interesse, refletindo em minha aprendizagem. Adquiri diversas novas informações de uma área que não possuía domínio e conhecimento. oi uma experiência enriquecedora sobre uma vertente que cresce continuamente vez mais!"

"Foi a disciplina mais prazerosa do semestre, o que não vinha experimentando há muito tempo na engenharia química. Por ser um modelo muito diferente das demais, foi como uma quebra do padrão e ainda assim eu percebi que fez a gente aprender coisas mais "úteis" do que algumas matérias que temos. Obrigada!" "Experiência incrível. Eu entendia um pouco do processo cervejeiro, porém as palestras, as aulas, todo apoio, me ajudaram muito a entender o processo mais a fundo. Muito interessante ter o contato com profissionais atuantes e fazer trabalhos complementando o aprendizado das aulas, o que me permitiu perceber mais de perto meus interesses para trabalhar futuramente."

"Eu adorei a matéria e a forma na qual foi ofertada! Tenho que admitir que algumas vezes foi puxado, afinal a pesquisa e a elaboração de textos me exigiam dedicação. A oportunidade de conhecer o contexto industrial mais de perto, entretanto, foi muito enriquecedora. Inclusive alguns momentos foram tão bem apresentados, que até me despertaram novos interesse. Sei que a engenharia química é muito ampla, e é muito positiva essa aproximação, com mais especificidade, frente à sua abrangência."

"Achei uma proposta inovadora e as atividades foram proporcionais à carga horária, de forma que não nos sobrecarregamos e isso é muito importante para o aprendizado (quando uma matéria nos desgasta, o aprendizado é bloqueado). O aprofundamento, com propostas sempre vez mais específicas, estimulando raciocínio indutivo (do estudo de caso para o fundamento) é um caminho sempre efetivo para construção da aprendizagem ainda mais significativa" .

"Tratar de um assunto socialmente agradável e descontraído, de forma extremamente humana e técnica, resume minha experiência. Foi realmente muito rico em aprendizado e de fato valeu muito a pena."

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o mercado de trabalho cada vez mais exigente, o desenvolvimento de habilidades e competências para os futuros engenheiros químicos tem sido um desafio para as instituições de ensino. Por este motivo, o desenvolvimento de estratégias de ensino que visem a mobilização de conhecimento, o aumento do engajamento e da intencionalidade passam pelo uso de processos industriais reais, palpáveis e que possam ser facilmente desenvolvidas nas escolas.

O processo cervejeiro adotado como estratégia de ensino neste projeto, mostrou-se eficaz, pois permitiu o desenvolvimento de projetos com acompanhamento das etapas desenvolvidas pelos alunos, permitiu o questionamento de eventuais dificuldades apontadas pelos alunos durante a realização das tarefas e aumentou o engajamento nas aulas.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL a. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Parecer 01/2019: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília, 2019. 41 p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 11 abr. 2023.

[2] BRASIL b. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília, DF, 24 abr. 2019. p. 1-6. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 11 abr. 2023.

[3] BRASIL. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Decreto 6871**. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm#anexo. Acesso em: 03 abr. 2023.

[4] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da Cerveja 2021**. Brasília: Mapa, 2022. 36 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2021.pdf. Acesso em: 04 abr. 2023.

[5] CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. **COMPARAÇÃO ENTRE AS DIRETRIZES NOVAS E ANTIGAS DOS CURSOS DE ENGENHARIA**. 2019. Disponível em: https://www.dirgrad.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/81/2019/08/5_Quadro-comparativo-das-DCNs.pdf. Acesso em: 24 abr. 2023.

[6] D'AVILA, Roseane *et al*. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 60-68, 31 dez. 2012. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio Dos Sinos. http://dx.doi.org/10.4013/ete.2012.82.03.

[7] DURELLO, Renato; SILVA, Lucas; BOGUSZ JUNIOR, Stanislau. QUÍMICA DO LÚPULO. **Química Nova**, [S.L.], p. 900-919, ago. 2019. Sociedade Brasileira de Quimica (SBQ). http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170412.

[8] FLECHA, Rámon; TORTAJADA, Iolanda. Desafios e saídas na entrada do século XXI. In: IMBERNON, Franscisco (org.). **A educação no século XXI**: os desafios do futuro imediato. Porto Alegre: Artmed, 2008. Cap. 1. p. 21-36.

[9] FIX, George. **Principles of brewing science**: a study of serious brewing issue. 2. ed. Usa: Brewers Publications, 1999. 250 p.

[10] HARRISON, Mark A.; NUMMER, Brian. Bee/Brewing. In: LEDERBERG, Joshua (ed.). **Encyclopedia of Microbiology**. 2. ed. Londres: Academic Press, 2000. p. 412-422.

[11] HORNINK, Gabriel Gerber. **Princípios da produção cervejeira e as enzimas na mosturação**. Alfenas: Unifal, 2022. 96 p. Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/bibliotecas/wp-content/uploads/sites/125/2022/05/Principios-da-producao-cervejeira-e-as-enzimas-na-mosturacao-2.pdf. Acesso em: 27 abr. 2023.

[12] KOK, Yee Jiun *et al*. Brewing with malted barley or raw barley: what makes the difference in the processes?. **Applied Microbiology And Biotechnology**, [S.L.], v. 103, n. 3, p. 1059-1067, 4 dez. 2018. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s00253-018-9537-9.

[13] MONTEIRO, Valdirene Neves; SILVA, Roberto do Nascimento. Aplicações Industriais da Biotecnologia Enzimática. **Revista Processos Químicos**, [S.L.], v. 3, n. 5, p. 9-23, 2 jan. 2009. Revistas Processos Quimicos. http://dx.doi.org/10.19142/rpq.v3i5.83.

[14] NELSON, David L.; COX, Michael. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegra: Artemed, 2014. 1250 p.

[15] PIRES, Eduardo; BRÁNYIK, Tomáš. **Biochemistry of Beer Fermentation**. New York: Springer, 2015. 80 p. (SpringerBriefs in Biochemistry and Molecular Biology)

[16] REBELLO, F. D. F. P. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, *[S. l.]*, v. 1, n. 3, 2009. DOI: 10.18406/2316-1817v1n32009224. Disponível em: https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/224. Acesso em: 28 abr. 2023.

[17] SINDICERV. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. **O Setor em Números**. 2023. Disponível em: https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/. Acesso em: 04 abr. 2023.

[18] YOUNG, Tom W.; LEWIS, M. J. **Brewing**. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2001.

[19] WILLAERT, Ronnie. The Beer Brewing Process: :wort production and beer fermentation. In: HUI, Y. H. *et al.* (ed.). **Handbook of Food Products Manufacturing**. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007. Cap. 20.

[20] WORLD ECONOMIC FORUM. **Education, Skills and Learning**. Disponível em: https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb0000000LPFfEAO. Acesso em: 20 abr. 2023.

[21] WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2020**. World Economic Forum, 2020. 163 p. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf?_gl=1*bn1e99*_up*MQ..&gclid=CjwKCAjw0ZiiBhBKEiwA4PT9zwLI7X18zwUE2RoFrCMt63Nuwytl9JwcYBe_7XM5hzrlVOoQBrottBoCp8cQAvD_BwE. Acesso em: 24 abr. 2023.

Capítulo 12

Mecanismos de formação de dicetonas vicinais e sua influência na qualidade sensorial das cervejas: uma revisão

Margarete Aparecida Pereira
Yuri Agostini Randi Oliveira
Raphaela Francisca Januária Teodoro Oliveira
Madrith Sthel Costa Duarte
Pedro Prates Valério
Clarissa Ana Zambiasi
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Fernanda Cristina Verediano
Hugo Vilaça Lima
Vanessa Mota Vieira
Orlando Gama Silva Junior

Resumo: Cerveja, segundo o Decreto nº 6.871, de 2009, é a bebida resultante da fermentação, a partir de levedura de cerveja, mosto de cevada maltada ou extrato de malte, previamente submetida a um processo de cozimento com adição de lúpulo ou extrato de lúpulo, neste caso parte do a cevada maltada ou o extrato de malte podem ser parcialmente substituídos por um adjunto de cerveja. A qualidade da cerveja artesanal está diretamente ligada à presença de diversos compostos químicos, que são produzidos durante as diversas etapas de produção. Considerando o exigente mercado consumidor, a popularidade mundial, a variedade de compostos presentes nas cervejas, o presente trabalho tem como objetivo apresentar, com base na literatura, as principais variáveis de processo que favorecem a produção de diacetil e 2,3 - pentadiona e sua influência na a qualidade organoléptica das cervejas. A formação de VDKs na fabricação de cerveja tem sido amplamente estudada, principalmente com o objetivo de desvendar os mecanismos de formação, reabsorção e controle de suas concentrações. Nos últimos anos, tem sido aceite que favorecer a formação de valina é um dos meios mais eficazes de controlar a formação de diacetil.

Palavras-chave: Qualidade da cerveja, formação de diacetil, formação 2,3-pentadiona.

1. INTRODUÇÃO

Cerveja, de acordo com o decreto Decreto nº 6.871, de 2009, é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro (BRASIL, 2009).

A indústria cervejeira brasileira e mundial podem ser observadas sobre duas vertentes de produção: a primeira baseada em grandes volumes produzidos de cervejas com preços mais acessíveis e populares como as cerveja *lagers;* a segunda composta por empresas com produção de volumes menores, com maior variedade de estilos, com insumos cervejeiros de maior qualidade sendo conhecidas como microcervejarias (ARAÚJO *et al*.; 2003; SANTOS *et al.,* 2019).

As cervejas das microcervejarias são mais encorpadas e possuem aroma e sabor mais pronunciados. Estas cervejas são consumidas, principalmente, por pessoas mais exigentes quanto às características sensoriais da cerveja obtidas durante as várias etapas produtivas da cerveja (ARAÚJO *et al*.; 2003; SANTOS *et al.,* 2019).

A qualidade da cerveja artesanal está ligada diretamente à presença de diversos compostos químicos, que são produzidos durante as várias etapas de produção. Segundo Nykänen e Nykänen (1991) aldeídos, compostos carbonílicos, diacetil e acetaldeído são alguns dos compostos presentes no processo de fermentação alcoólica, mas alguns tipos podem ser indesejáveis no produto.

Tendo em vista o mercado consumidor exigente, a popularidade mundial, a variedade de compostos presente nas cervejas, o presente trabalho tem por objetivo apresentar, com base na literatura, as principais variáveis de processo que favorecem a produção de diacetil e de 2,3 -pentadiona e sua influência na qualidade sensorial de cervejas.

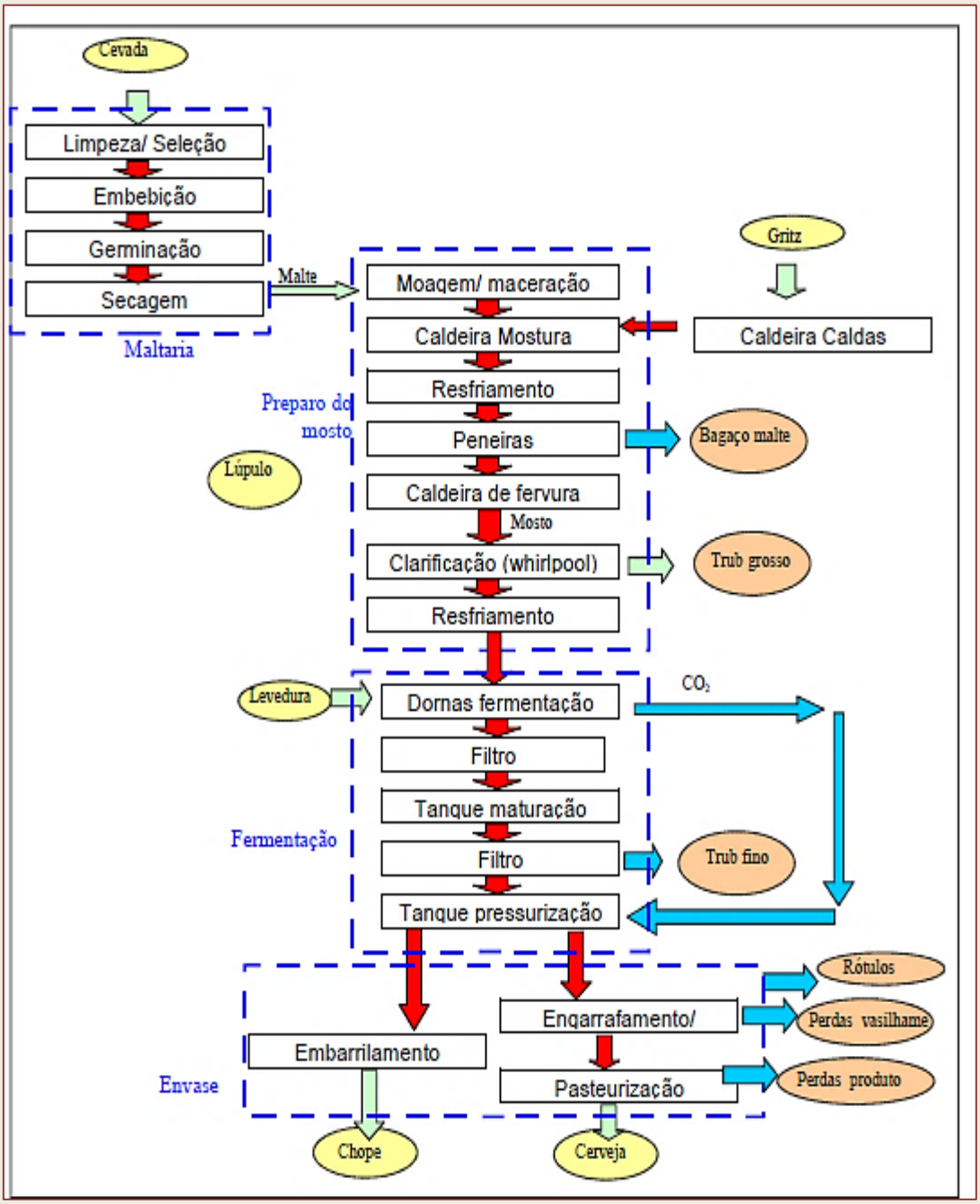
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O PROCESSO PRODUTIVO

O processo de produção de cerveja envolve a extração e a quebra de carboidratos da cevada maltada para a obtenção de uma solução rica em açúcares (mosto), que contém os nutrientes necessários para o crescimento anaeróbio da levedura. Durante esse processo de crescimento da levedura, os açúcares simples presentes no mosto são consumidos na fermentação produzindo álcool e subprodutos metabólicos aromáticos (WILLAERT, 2007; D'AVILA *et al.*, 2012). A Figura 1 ilustra etapas passíveis de se fazerem presentes no processo.

A primeira é envolve malteação, quando o grão cru de cevada é tratado por meio de germinação forçada e controlada, somado a diferentes torras e defumações para criação de características específicas desejadas em cada malte. A segunda etapa considera a preparação do mosto, que é iniciado com a moagem do maltes, passando pela formação do mosto, fervura, clarificação e, por final, resfriamento. A terceira etapa envolve a fermentação, na qual há a formação do diacetil, passando pela maturação e filtração por decantação. E por fim, a quarta etapa traz a possibilidade de envase do produto cervejeito, recém-fermentado, quando se imputa a etapa de gaseificação, natural ou forçada, podendo considerar pasteurização (SANTOS e RIBEIRO, 2005).

Figura 1 – Possível fluxograma de processo - fabricação de cervejas



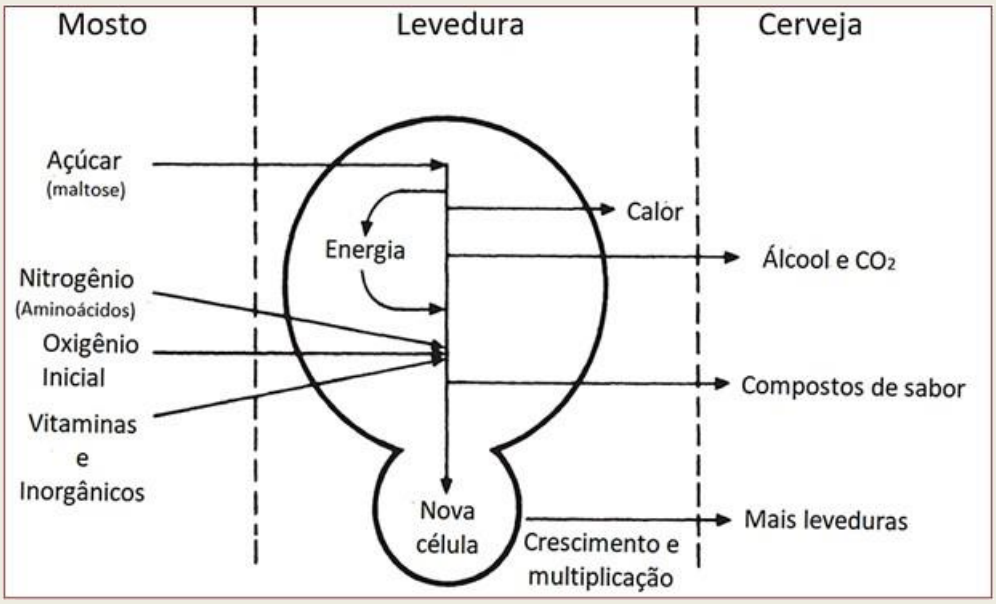
Fonte: SANTOS e RIBEIRO (2005).

2.2. MECANISMO DE FORMAÇÃO DE DICETONAS VICINAIS DURANTE A FERMENTAÇÃO

Após a inoculação do mosto resfriado e aerado, a levedura de cerveja iniciará a assimilação açúcares fermentáveis, aminoácidos, minerais e outros nutrientes com o objetivo de obtenção de energia e crescimento como mostrado na Figura 2. A partir da inoculação do mosto, a levedura passa a excretar uma ampla gama de compostos como etanol, CO_2, álcoois superiores, ésteres e dicetona vicinais (diacetil e 2,3-pentanodiona) como resultado do metabolismo celular, apresentado no mapa metabólico da Figura 3. Os compostos produzidos, nesta etapa, cocriam a qualidade da cerveja. Enquanto álcoois

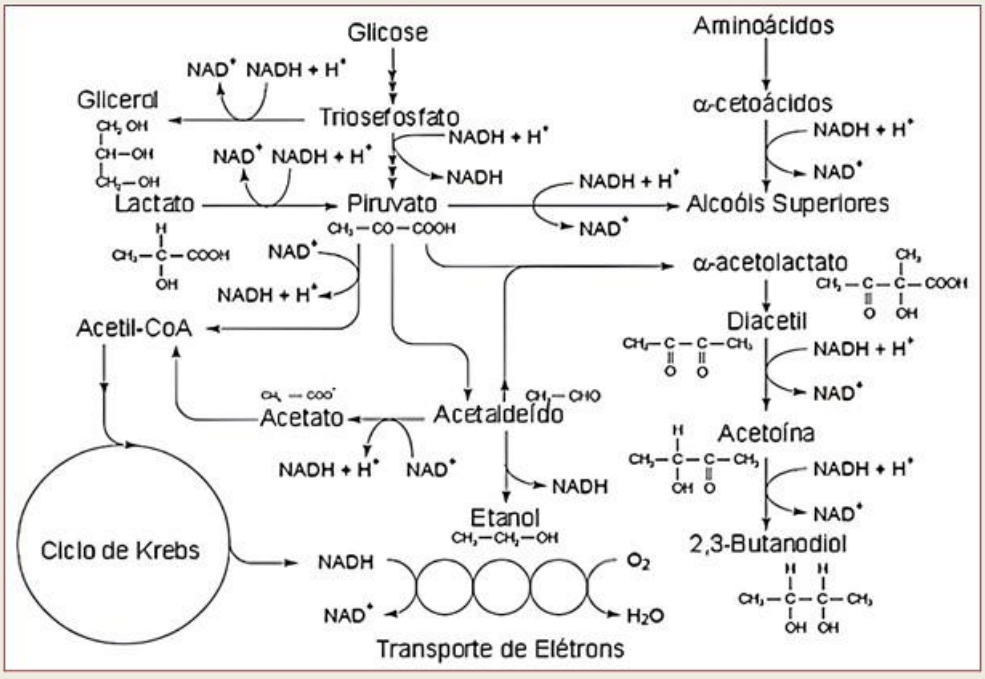
superiores e ésteres são, até certo ponto, constituintes voláteis desejáveis, as dicetonas vicinais (VDK, sigla em inglês para *vicinal diketones)* são frequentemente consideradas como indesejáveis (MUNROE, 2006; PIRES; BRÁNYIK, 2015). As VDKs conferem um sabor de manteiga ou caramelo a cerveja, com baixo limiar de sabor, 0,15 $mg.L^{-1}$ e 0,9 $mg.L^{-1}$ para diacetil e 2,3 – pentadiona, respectivamente. Por este motivo o entendimento das rotas de formação e de redução são amplamente estudadas.

Figura 2: Panorama dos principais eventos bioquímicos, envolvendo leveduras



Fonte: YOUNG e LEWIS (2001).

Figura 3: Mapa metabólico - fermentação de cervejas

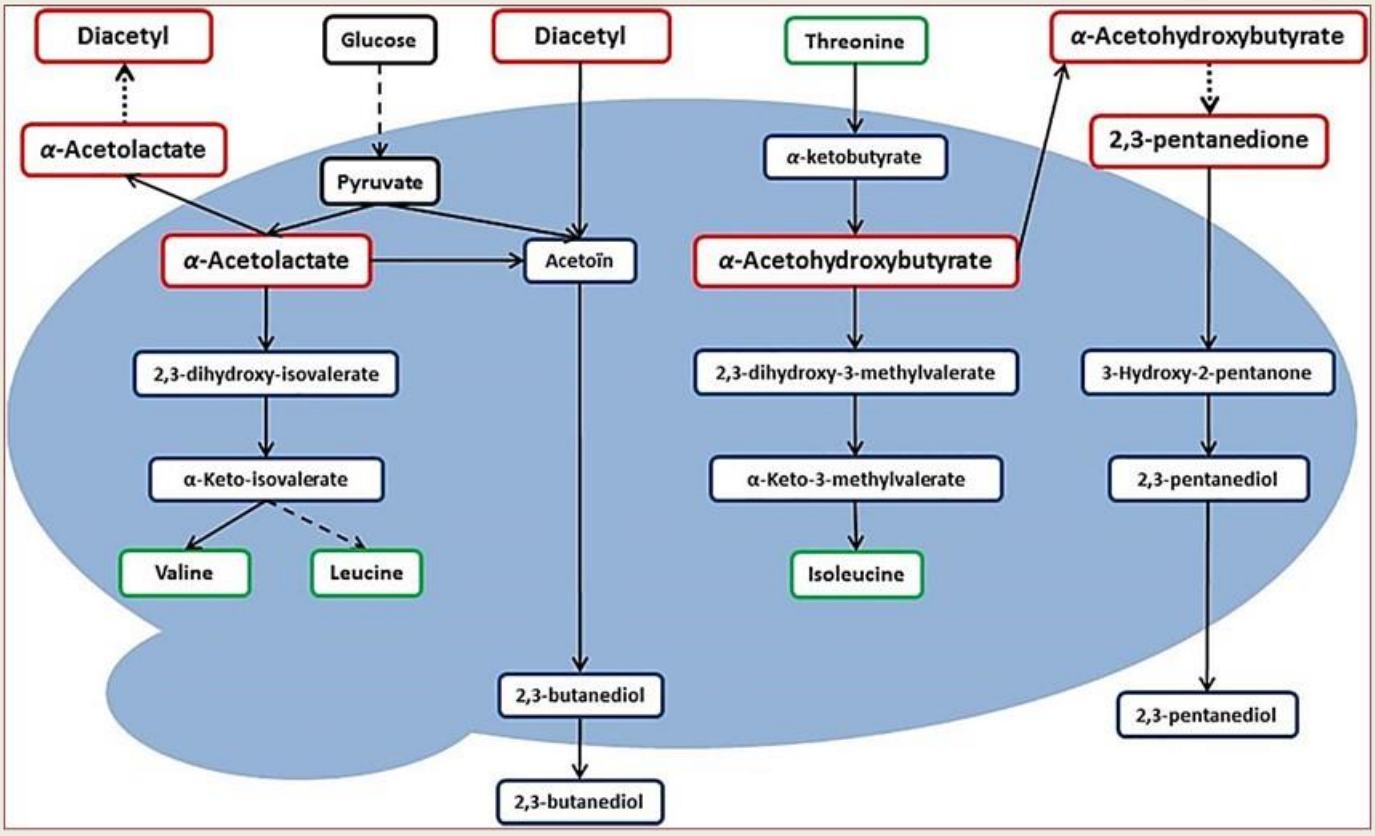


Fonte: CARNEIRO (2010).

Diacetil e 2,3-pentandiona são formados indiretamente como resultado do anabolismo da valina e isoleucina durante o crescimento e divisão celuar, por meio de uma reação não enzimática espontânea de descarboxilação oxidativa de ácidos α-acetohidroxiácido que são intermediários nas vias de biossíntese de valina e isoleucina (KROGERUS; GIBSON, 2013; OCHANDO *et al*, 2018).

O diacetil é produzido a partir do α-acetolactato por descarboxilação oxidativa química não enzimática, enquanto a 2,3-pentanodiona é formada a partir do α-acetohidroxibutirato pelo mesmo mecanismo químico. Estes dois α-acetohidroxiácidos intermediários são produzidos nas células e depois excretados no mosto onde são quimicamente convertidos em dicetonas vicinais como mostrado na fgura 4 (BAMDORTH, KANAUCHI. 2004, KROGERUS; GIBSON, 2013; OCHANDO *et al.*, 2018)

Figura 4: Vias metabólicas de dicetonas vicinais em leveduras. Os aminoácidos estão marcados em verde, as dicetonas e seus precursores em vermelho, os produtos da glicólise em preto e outros intermediários ou produtos finais em azul. As linhas pontilhadas representam reações não enzimáticas e as linhas tracejadas representam vias sem todos os intermediários.



Fonte: OCHANDO *et al* (2018).

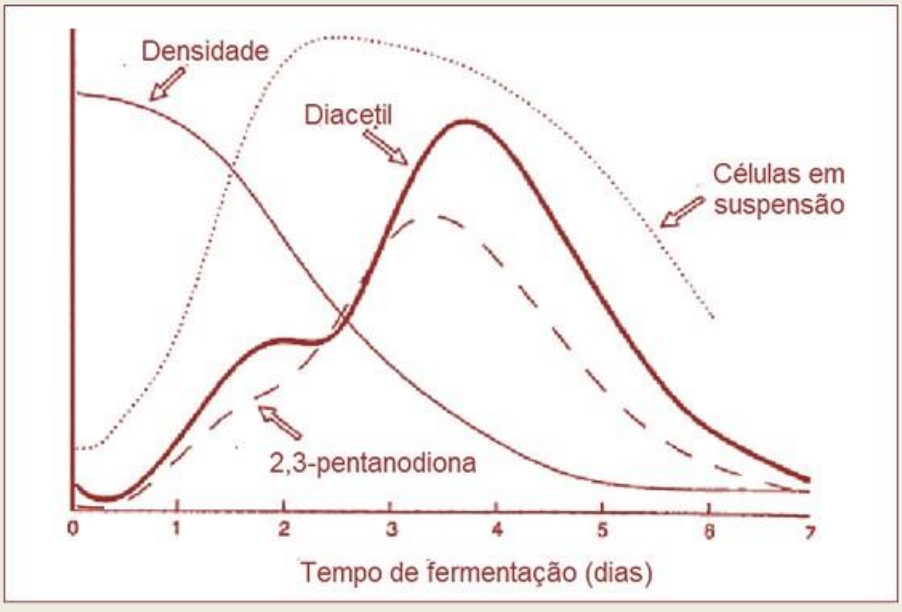
Com o controle adequado de temperatura, a célula de levedura reabsorve as VDKs, reduzindo sua concentração na cerveja, como também pode ser observado na Figura 4. O diacetil é reduzido a acetoína que, posteriormente, pode ser ainda reduzida a 2,3-butanodiol. Os dióis tem limite de sabor mais elevado que as VDKs, portando estes não respresentam um risco à qualidade da cerveja. A redução de VDKs em dióis é uma reação lenta, podendo levar semanas. Por este motivo, a maturação é considerada a etapa mais

demorada da produção de cerveja (BAMFORTH; KANAUCHI, 2004; PIRES; BRÁNYIK, 2015; OCHANDO et al., 2018).

2.3. FATORES DE CONTROLE DE FORMAÇÃO E REMOÇÃO DE DICETONAS VICINAIS

Apesar do etanol, do dióxido de carbono e do glicerol serem considerados principais metabólitos produzidos pela levedura durante a fermentação do mosto, este compostos têm pouco impacto no sabor da cerveja. Como já discutido anteriormente, é o tipo e a concentração de metabólitos secundários que serão determinantes na formação do sabor da bebida. Dentre os fatores que podem influenciar a presença e o metabolismo dos compostos formadores de sabor na cerveja estão a cepa da levedura, variedade e tipo de malte, a temperatura de fermentação, o adjunto, a geometria do fermentador, o pH do mosto, a capacidade tampão, densidade do mosto, etc (STEWART, 2017). A Figura 5 apresenta o metabolismo do diacetil e da 2,3-pentanodiona de acordo com a densidade do mosto e a concentração de células em suspensão. A concentração de VDKs é maior na fase de estabilização de crescimento das leveduras, quando a densidade do mosto atinge valores mais baixos. Se houver falha no controle da temperatura durante a fermentação, a curva de redução de substrato fermentescível será mais acentuada, levando parte das células a decantar por falta de nutrientes necessários a sua sobrevivência. Desta maneira a população de levedura em suspensão reduzirá drasticamente na segunda fase. Tal fato poderá prejudicar a reabsorção de VDKs a limiares abaixo de 0,10 ppm, considerado o limiar de sabor para o diacetil (CARNEIRO, 2010).

Figura 5: Metabolismo de VDKs durante a fermentação do mosto: relação entre diacetil e 2,3-pentanodiona, crescimento de células de levedura e densidade

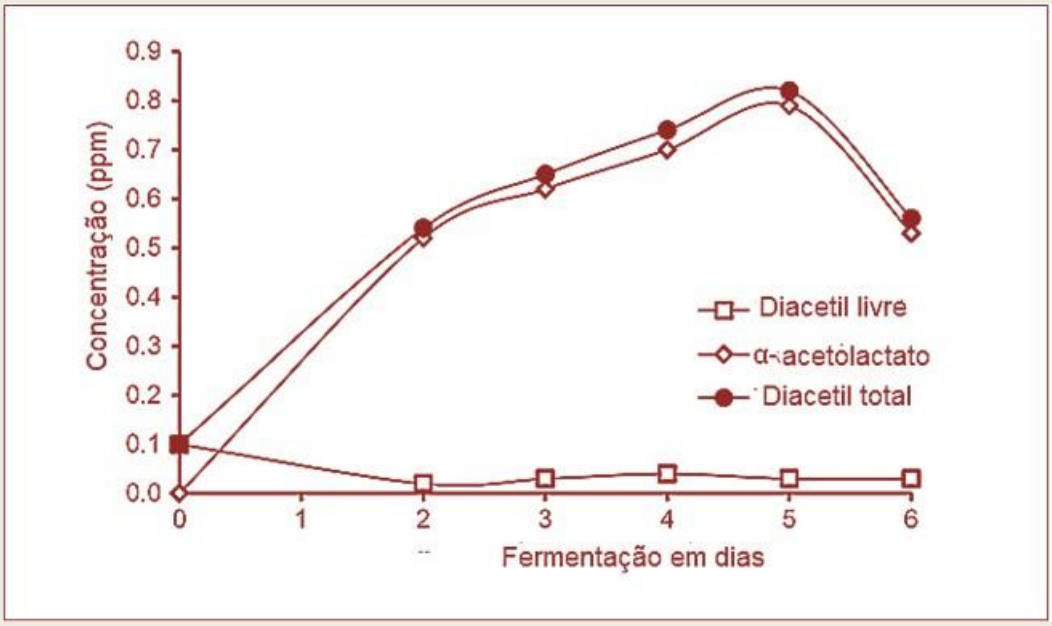


Fonte: STEWART (2017).

O processo de formação de VDKs inibe a formação de valina, um aminoácido produzido pela levedura durante a fermentação. A inibição da síntese da valina se dá pelo consumo do α-acetolatacto para a produção de diacetil. A Figura 6 apresenta a relação entre:diacetil livre, α-acetolatacto e diacetil total.

Na curva pode-se observar que quando maior a concentração de α-acetolatacto maior será a concentração de diacetil total, pois quanto maior a concentração de α-acetolatacto que extravasa da célula, maior será o potencial de conversão em diacetil.

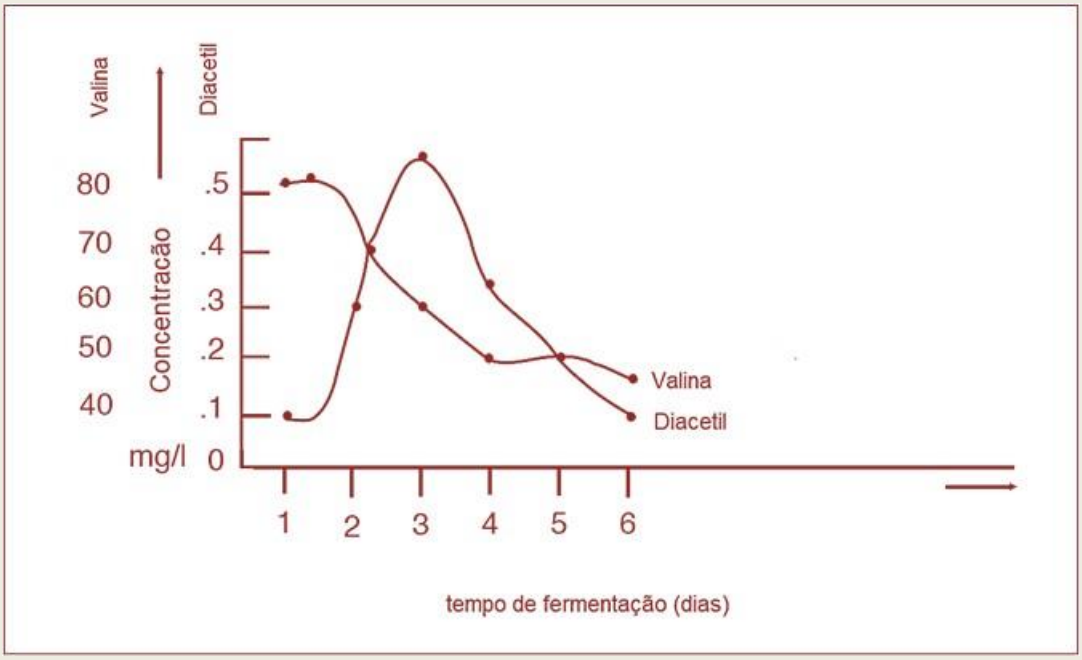
Figura 6: Concentrações de diacetil e α-acetolactato - fermentação de cerveja lager



Fonte: KROGERUS E GIBSON (2013)

Por outro lado, o aumento da síntese de valina no interior da célula inibirá a formação de diacetil (FIX, 1999). Dentro das condições normais de fermentação para ambos é mostrada na Figura 7. A medida que a concentração de valina diminui, a concentração de diacetil aumenta. A diminuição da concentração de diacetil pode ser explicada pela reabsorção do diacetil e posterior conversão em dióis (BAMFORTH; KANAUCHI, 2004; PIRES; BRÁNYIK, 2015; OCHANDO et al., 2018). Entretanto, observam-se diferenças na reabsorção de diacetil, conforme ilustrado pela Tabela 1.

Figura 7: Concentração de valina e diacetil - condições normais de fermentação



Fonte: FIX (1999).

Tabela 1: Comparação da formação e da reabsorção de diacetil em 3 cepas de leveduras

Dia	Concentração de diacetil		
	W-206	W-34/70	W-308
1	0,18	0,15	0,18
3	0,25	0,20	0,48
5	0,23	0,18	0,92
7	0,18	0,14	0,75
9	0,14	0,09	0,65

Fonte: FIX, (1999).

3. METODOLOGIA

Neste estudo, foi realizada uma pesquisa qualitativa dos principais parâmetros bioquímicos, como temperatura, concentração de valina entre outros na formação e degradação de dicetonas vicinais na produção de cervejas. Para tanto, foram utilizados livros, *handbooks*, artigos científicos, sites e outras fontes, como notas de aula.

4. PANORAMA ADICIONAL DE RESULTADOS

Deve-se considerar que a qualidade sensorial de produtos cervejeiros se faz potencialmente influenciada pela presença das dicetonas vicinais – especialmente diacetil – formadas durante a fermentação do mosto. Porém, a qualidade pode ser mais afetada em cervejas de sabor leve, como as *lagers* que possuem sabor menos presente do lúpulo.

O limite de sabor para o diacetil é cerca de 0,1-0,2 ppm. Por este motivo o consumo de uma cerveja jovem poderá conter quantidades relativamente grandes de precursores e de VDKs. Neste caso, tanto as VDKs quanto os precursores poderão afetar

organolepticamente a bebida. Desta maneira, a maturação da cerveja tem como principal objetivo a reabsorção e a conversão de VDKs em dióis.

Durante o processo fermentativo a formação de VDKs poderá ser controlada pelo acompanhamento da temperatura de fermentação, pela cepa da levedura e alguns casos pela adição de exoenzimas que favorecem a degradação das mesmas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação de VDKs na fabricação de cerveja tem sido amplamente estudada, principalmente com o objetivo de desvendar os mecanismos de formação, de reabsorção e do controle de suas concentrações. Nos últimos anos tem sido aceito que favorecimento da formação de valina é um dos meios mais eficazes para o controle de formação de diacetil.

Porém, com o mercado consumidor cada vez mais exigente, os estudos serão aprofundados para que cervejas de alta qualidade sensoriais sejam produzidas.

REFERÊNCIAS

[1] ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R.. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. Food Science and Technology, v. 23, n. 2, p. 121–128, maio 200

[2] BAMFORTH, C.W.; KANAUCHI, M.. Enzymology of Vicinal Diketone Reduction in Brewer's Yeast. Journal Of The Institute Of Brewing, [S.L.], v. 110, n. 2, p. 83-93, 2004. The Institute of Brewing & Distilling. http://dx.doi.org/10.1002/j.2050-0416.2004.tb00187.x.

[3] BRASIL. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Decreto 6871**. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm#anexo. Acesso em: 03 abr. 2023

[4] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Anuário da Cerveja 2021**. Brasília: Mapa, 2022. 36 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2021.pdf. Acesso em: 04 abr. 2023.

[5] CARNEIRO, Diego Dias. **Estudo Computacional da Etapa Fermentativa da Produção de Cerveja e Proposta de Uma Estratégia de Controle para o Processo. 2010**. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://tede.ufrrj.br/jspui/bitstream/jspui/1973/2/2010%20-%20Diego%20Dias%20Carneiro.pdf. Acesso em: 01 abr. 2022

[6] FIX, George. Principles of brewing science: a study of serious brewing issue. 2. ed. USA: Brewers Publications, 1999. 250 p

[7] KROGERUS, Kristoffer; GIBSON, Brian R.. 125thAnniversary Review: diacetyl and its control during brewery fermentation**. J. Inst. Brew**, n. 119, p. 86-97, 24 ago. 2013. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jib.84. Acesso em: 08 maio 2023.

[8] LIMA, Luciana Leite de Andrade; MELO FILHO, Artur Bibiano**. Tecnologia de Bebidas**. Recife: Edurfpe, 2011. 126 p. (Tecnologia de alimentos). Disponível em: https://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Tecnologia_de_Bebidas.pdf. Acesso em: 02 maio 2023.

[9] MUNROE, James H.. Fermentation. In: STEWART, Graham G.; PRIEST, Fergus G (ed.). **Handbook of Brewing**. 2. ed. Sl: Taylor & Francis Group, 2006. Cap. 12. p. 487-524

[10] NYKÄNEN, Lalli; NYKÄNEN, Irma. Distilled Beverages. In: MAARSE, Henk. Volatile Compounds in Foods and Beverages. New York: Routledge, 1991. Cap. 12, p. 484-580.

[11] OCHANDO, Thomas et al. Vicinal diketones and their precursors in wine alcoholic fermentation: quantification and dynamics of production**. Food Research International**, [S.L.], v. 103, p. 192-199, jan. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.040.

[12] PIRES, Eduardo; BRÁNYIK, Tomáš**. Biochemistry of Beer Fermentation**. New York: Springer, 2015. 80 p. (SpringerBriefs in Biochemistry and Molecular Biology)

[13] SANTOS, Mateus Sales dos; RIBEIRO, Flávio de Miranda. Cervejas e refrigerantes. São Paulo: Cetesb, 2005. 56 p. (P+L). Disponível em: https://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf. Acesso em: 02 maio 2023

[14] SASANTOS, Maria Eduarda de Jesus et al. Produção e caracterização da cerveja artesanal no Brasil e no Estado de Minas Gerais. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 9., 2019, Ponta Grossa. **Anais XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** . Ponta Grossa: Aprepro, 2019. Disponível em: http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09302019_140936_5d92352c8adc0.pdf. Acesso em: 02 maio 2023NTOS, Mateus Sales dos; RIBEIRO, Flávio de Miranda. Cervejas e refrigerantes. São Paulo: Cetesb, 2005. 56 p. (P+L). Disponível em: https://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf. Acesso em: 02 maio 2023

[15] SINDICERV. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. O Setor em Números. 2023. Disponível em: https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/. Acesso em: 04 abr. 2023.

[16] STEWART, Graham. The Production of Secondary Metabolites with Flavour Potential during Brewing and Distilling Wort Fermentations. Fermentation, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 63, 27 nov. 2017. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/fermentation3040063.

[17] YOUNG, Tom W.; LEWIS, M. J**. Brewing. Kluwer** Academic/Plenum Publishers, 2001.

Capítulo 13

Análise comparativa do potencial de adsorção das cascas de banana e laranja no tratamento do cromo hexavalente em efluentes industriais

Fernanda Cristina Verediano
Hortênsia Maria Ribeiro
Hellen Camila de Almeida Barbosa
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Madrith Sthel Costa Duarte
Clarissa Ana Zambiasi
Margarete Aparecida Pereira
Hugo Vilaça Lima
Orlando Gama da Silva Junior
Pedro Prates Valério
Vanessa Mota Vieira

Resumo: Este capítulo aborda questões globais atreladas à gestão de resíduos agroindustriais, destacando a importância de encontrar soluções sustentáveis para seu gerenciamento. A pesquisa se concentra na aplicação de cascas de banana e laranja como biossorventes na remoção de cromo hexavalente de efluentes industriais. Utilizando uma metodologia de adsorção com diferentes quantidades de cascas e tempos de exposição, os resultados revelam que ambas as cascas demonstraram eficácia na redução da concentração de cromo, com a casca de laranja apresentando um desempenho superior. A análise sugere que esses resíduos agroindustriais podem ser alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para o tratamento de efluentes contaminados, contribuindo para práticas ambientais mais responsáveis e econômicas.

Palavas-chave: Adsorção, cromo hexavalente; spectroscopia; sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, estima que a produção mundial de resíduos agroindustriais atinja 1,3 bilhão de toneladas por ano, 1/3 dos alimentos potencialmente destinados ao consumo humano são desperdiçados, seja como resíduos, oriundos do processamento ou como perda na cadeia produtiva (FAO, 2013).

Resíduos industriais são aqueles provenientes dos processos industriais, e se apresentam de diversas formas dependendo da área de atuação, e por essas características, tais efluentes não se assemelham aos resíduos domésticos comuns, em diversos sentidos com um destaque ao volume gerado e potencial agressivo ao meio ambiente, capazes de causar emissões gasosas, contaminantes atmosféricos de solo, fauna e flora (BRASIL, 2011).

Vários métodos de remoção de metais provenientes de águas residuais têm sido estudados e implantados a nível industrial. Desses, a adsorção se destaca, utilizando o carvão ativado ou outros adsorventes adequados. Outros métodos são a precipitação e trocadores de íons, que tem como objetivo remover a maior quantidade possível de resíduos metálicos tóxicos. Além dos processos de floculação que usam substâncias químicas para capturar os metais através da formação dos flocos. Contudo, estes podem apresentar algumas desvantagens relacionadas à altos custos de energia e produtos químicos, muito dos quais são ineficientes e especialmente complicados de operar (CALFA e TOREM, 2007).

A biossorção envolve a combinação de metais com biomassa por meio de processos que não envolvem energia metabolizável ou transporte, embora esses processos possam ocorrer simultaneamente com a biomassa viva ou morta (MOREIRA,2010).

Na busca por novos métodos de tratamento de metais pesados em efluentes industriais, nos últimos anos, as pesquisas sobre o uso de biomassa residual como biossorvente ganharam confiança no mercado. Isso se deve ao seu bom desempenho na remoção desses poluentes e ao seu baixo custo operacional.

Assim, com o intuito de promover constantemente, ações de reutilização, redução e reciclagem, alinhados há sempre atual, necessidade de buscarmos formas renováveis e inovadoras para solução de problemas de grande impacto econômico e socioambiental, este capitulo tem como objetivo desenvolver um estudo analítico comparativo, quanto ao potencial adsortivo de materiais considerados estritamente descartáveis (como cascas de frutas), na remoção de um dos compostos mais nocivos (à saúde e ao meio ambiente), presente em efluentes encontrados na indústria, o cromo hexavalente.

O efluente utilizado para este estudo, é proveniente dos procedimentos de limpeza de vidrarias utilizadas em um laboratório de análise de óleos lubrificantes. Desta forma, visando ampliar os conhecimentos sobre tratamentos alternativos utilizando materiais de baixo custo, este capítulo objetiva trazer uma solução para um problema ambiental recorrente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente artigo traz uma comparação dos processos de adsorção de diferentes resíduos alimentícios, para tanto, é de fundamental importância aprofundar no grande

tema adsorção, além de conhecer as propriedades dos participantes do processo: o adsorbato e o adsorvente como apresentado nos capítulos a seguir.

2.1. O PROCESSO DE ADSORÇÃO

Em 1881, o físico alemão Heinrich Kayser cunhou o termo “adsorção”, que se refere a adesão de uma espécie química à superfície das partículas.

A adsorção é uma técnica muito utilizada em processos de purificação e separação, sendo considerado um dos processos mais eficientes de tratamento de águas e águas residuais, empregadas nas indústrias afim de reduzir dos seus efluentes os níveis de compostos tóxicos ao meio ambiente (MOREIRA, 2010).

É uma operação de transferência de massa, definida como um processo no qual ocorre a concentração seletiva de um ou mais constituintes contido num gás ou líquido que se fixa sobre superfícies sólidas. O material do qual ocorre adsorção chama-se adsorvente e a substância adsorvida é adsorvato ou adsorbato (COELHO, 2006).

Os processos de separação por adsorção estão baseados em três mecanismos distintos: o mecanismo estérico, de equilíbrio e os cinéticos.

- Para o mecanismo estérico, os poros do material adsorvente possuem dimensões características, as quais permitem que determinadas moléculas possam entrar, excluindo as demais;
- Para os mecanismos de equilíbrio, têm-se as habilidades dos diferentes sólidos para acomodar diferentes espécies de adsorvatos, que são adsorvidos, preferencialmente, a outros compostos;
- O mecanismo cinético está baseado nas diferentes difusividades das diversas espécies nos poros adsorventes.

A adsorção pode ser classificada como química (quimiossorção) ou física (fisiossorção) de acordo a intensidade das forças envolvidas. No caso de adsorção física, a ligação do adsorvato à superfície do adsorvente envolve uma interação relativamente fraca que pode ser atribuída às forças de Van der Waalls, que são similares às forças de coesão molecular. Já a quimissorção, envolve a troca ou partilha de elétrons entre as moléculas do adsorvato e a superfície do adsorvente, resultando em uma reação química. Esse processo forma essencialmente uma nova ligação química e, portanto, bem mais forte que no caso da fisissorção. (Educa mais Brasil, 2019).

Vários fatores interferem no processo de adsorção, tais como:

- Área superficial: A intensidade da adsorção é proporcional à área superficial específica, visto que a adsorção é um fenômeno de superfície. Para partículas maiores, a resistência à difusão é menor e grande parte da superfície interna da partícula não é disponibilizada para adsorção;
- Propriedade do adsorvente: A capacidade e taxa de adsorção dependem da área superficial específica, porosidade, volume específico de poros, distribuição do tamanho de poros, dos grupos funcionais presentes na superfície do adsorvente e da natureza do material precursor;

- Propriedades do adsorvato: Devido a polaridade presente nas moléculas, elas terão maior afinidade conforme a polaridade do adsorvato. Um exemplo disso é que grupos polares tem melhor interação com íons metálicos;
- Temperatura: A temperatura influencia principalmente nas constantes de velocidade de adsorção. Através do acompanhamento da adsorção com o tempo, em diferentes temperaturas obtem-se várias constantes de velocidade de adsorção;
- PH: Determina a carga da superfície do adsorvente e governa as interações eletrostáticas entre o adsorvente e o adsorvato, determinando assim o grau de distribuição das espécies químicas. A intensidade desse efeito pode ser maior ou menor conforme o adsorvente;
- Equilíbrio das espécies**:** A distribuição da espécie é dependente do pH, a variação desse parâmetro vai favorecer a formação de uma espécie em relação a outras.

Um método recente de baixo custo estudado para adsorção é a utilização de resíduos agroindustriais como adsorventes, a chamada biossorção sendo essa uma boa alternativa para os métodos convencionais.

A biossorção consiste na adsorção de metais pesados por meio da utilização de resíduos agroindustriais como adsorventes, ou seja, a utilização de um bioadsorvente, além do emprego de micro-organismos vivos ou mortos, como bactérias, fungos ou leveduras (LESMANA et al, 2009).

Esse processo é muito útil para diversas atividades, desde as industriais como as do cotidiano. Nas indústrias está presente na remoção de corantes para recuperação de solventes, filtros e catalisadores de automóveis, tratamento de efluentes, remoção de cores, sabores e odores indesejáveis nos alimentos, entre outros. Está presente também em equipamento simples, como as máscaras de gás e os purificadores de água – processo feito com o carvão ativado, um dos melhores adsorventes devido ao seu aspecto poroso.

A bioadsorção é um tipo específico de adsorção caracterizada pela utilização de materiais de origem biológica como adsorventes na remoção de um soluto de efluentes. Este processo é comumente utilizado como método de tratamento de polimento, ou seja, quando o efluente já passou por alguma etapa de tratamento e contém baixas concentrações de metais, porém ainda acima dos limites estabelecidos nas legislações para descarte. Nessas condições, a bioadsorção tem eficiência superior à apresentada por outros processos de tratamento (BARROS,2012).

2.2. O CROMO HEXAVALENTE PRESENTE NOS EFLUENTES

O cromo (Cr) é um metal utilizado no curtimento de couro, na preservação de madeira, como pigmento e agente inibidor de corrosão. Os íons Cr (III) e Cr (VI) são as espécies de cromo mais estáveis que ocorrem no ambiente. São encontradas naturalmente em rochas, animais, plantas e no solo, podendo se apresentar na forma de íons com valência +2, +3 e +6, utilizados em diversos processos industriais.

O cromo (III) é um elemento que deve estar presente em baixas concentrações na dieta de animais e humanos, pois contribui para o metabolismo de glicose, lipídios e proteínas. Já o cromo (VI) é considerado um cátion metálico tóxico, carcinogênico e

mutagênico para animais e humanos e, em razão disto, deve ser removido de águas residuais e naturais (Química Nova, 2008).

Os procedimentos normalmente empregados para a descontaminação de água e solo envolvem a redução do Cr^{6+} para Cr^{3+} por processos químicos e eletroquímicos, tais como: a incorporação de Fe^{2+}, Mn^{2+}, carbono orgânico e, ou, abaixamento do pH (LOSI et al., 1994a). A redução biológica do Cr^{6+} representa, juntamente com os processos químicos, uma alternativa importante para diminuir a toxidez em áreas contaminadas pela sua presença.

O surgimento de microrganismos tolerantes aos efeitos tóxicos do Cr^{6+} tem sido estudado quanto à capacidade de alguns gêneros promoverem a redução à Cr^{3+} de uma forma mais rápida e menos onerosa (LOSI et al., 1994). A redução biológica do Cr^{6+} pode ocorrer diretamente, como resultado do metabolismo microbiano e atividade da enzima "cromato redutase", ou indiretamente, em condições anaeróbias por meio de metabólitos bacterianos como o H_2S (LOVLEY, 1993). Enquanto a redução microbiana indireta do Cr^{6+} é um processo amplamente anaeróbio, a redução direta pode ocorrer tanto em condições aeróbias quanto anaeróbias. A atividade microbiana juntamente com os processos químicos de redução do cromo representa alternativas importantes para a diminuição da toxicidade de áreas contaminadas pela presença do Cr^{6+} (LOVLEY, 1993).

A busca por materiais alternativos com o intuito de se remover poluentes nocivos presentes em águas residuais através de processos adsortivos é uma estratégia que vem sendo bastante explorada e visa conferir aplicabilidade a materiais, muitas vezes considerados resíduos, bem como, reduzir custos do tratamento de águas poluídas.

2.3. OS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Classificam-se como resíduos industriais aqueles que são provenientes dos processos industriais, na forma sólida, líquida ou gasosa ou combinação dessas, e que por suas características físicas, químicas ou microbiológicas não se assemelham aos resíduos domésticos, como cinzas, lodos, óleos, materiais alcalinos ou ácidos, escórias, poeiras, borras, substâncias lixiviadas e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como os demais efluentes líquidos e emissões gasosas contaminantes atmosféricas (BRASIL, 2011).

A contaminação dos recursos hídricos ocorre principalmente devido às atividades humanas, como a descarga de componentes orgânicos originários dos esgotos domésticos, os efluentes das produções agrícolas e industriais, sem o devido tratamento. Essas descargas podem conter altos índices de substâncias tóxicas, como metais pesados, que podem ser encontrados na água ou nos sedimentos.

Quando o resíduo apresenta o cromo hexavalente como um contaminante, torna-se necessário realizar um tratamento que o elimine ou o reduza para uma forma menos tóxica, como o cromo trivalente. Os métodos para tratamentos convencionais de solos e ambientes aquáticos contaminados com cromo hexavalente são a escavação ou bombeamento do material contaminado, adição de redutor químico, precipitação seguida de sedimentação, troca iônica e adsorção. Em adição, o Cr (VI) pode ser reduzido a Cr (III) no solo por reações redox com espécies inorgânicas, transferência de elétrons na superfície mineral, reações com substâncias orgânicas não húmicas, tais como carboidratos e proteínas, ou redução por substâncias húmicas do próprio solo. (Palmer, C.D, 1991).

2.4. EFLUENTE UTILIZADO PARA O ESTUDO

O efluente utilizado como base para esse estudo, é gerado a partir da limpeza dos tubos de análise dos viscosímetros PAC ISL™, modelo VH1, utilizados em um laboratório de análise de óleos lubrificantes como pode ser visto na foto tirada do aparelho na Figura 1.

Figura 1: Viscosímetro PAC ISL - modelo VH1

Fonte: Autores (2024).

Os resíduos que ficam nos tubos de vidro dos viscosímetros, são principalmente resquícios de fuligem dos óleos de motor a diesel analisados. A limpeza é realizada nos tubos dos viscosímetros os quais estão conectados ao equipamento e são de difícil acesso para limpeza convencional devido a sujidade que fica retida no interior do tubo, sendo necessário assim, o uso da solução sulfocrômica.

A solução sulfocrômica trata-se de uma solução ácida, constituída por ácido sulfúrico concentrado e dicromato de potássio, e tem como principal aplicação eliminar contaminantes orgânicos e inorgânicos através da reação de oxido-redução.

Em sua constituição, a solução sulfocrômica carrega grande concentração do íon Cr^{6+} (hexavalente), fonte primária do estudo. Após o uso dessa solução, o efluente gerado é encaminhada para uma empresa credenciada para realização do tratamento e destino final adequado.

Devido ao seu alto potencial contaminante é de suma importância que seja feito o descarte correto desse resíduo, pois quando jogado em corpos d'água sem o devido tratamento pode provocar a mortalidade de peixes e plantas, diminuir a quantidade de oxigênio na água, alterar a temperatura, causar a proliferação excessiva de algas, acabando por desequilibrar o ecossistema aquático, além de adentrar nos sistemas de

tratamento para abastecimento público. A poluição por resíduos industriais ainda pode ocorrer na atmosfera com a liberação de gases tóxicos, partículas industriais, entre outros.

3. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo do projeto, o método de adsorção utilizado foi por superfície de contato, onde as cascas de dois tipos de frutas distintas (a banana prata e a laranja pera rio) foram misturadas ao efluente. Esse efluente foi gerado no processo de limpeza dos tubos de análise do equipamento viscosímetro (instalado em um laboratório de análises de óleos lubrificante), e posteriormente, sendo analisados e comparados em seus respectivos potenciais adsortivos, através da análise de espectroscopia de emissão ótica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES).

Os testes laboratoriais e procedimentos adotados, foram desenvolvidos com o intuito de promover a bioadssorção de maneira mais ágil que os estudos convencionais adotam, tornando este um processo adaptado para a rotina de um laboratório de produção além de promover o melhor aproveitamento de materiais que seriam descartados. As etapas dos métodos realizados estão descritas abaixo:

3.1. PREPARO E OBTENÇÃO DO MATERIAL ADSORVENTE

O procedimento de obtenção da farinha adsorvente foi em sua essência, o mesmo para ambos os tipos de cascas, sendo somente necessário fracionar o procedimento em bateladas, para cobertura do volume de cascas de banana a serem secas, devido às limitações/dimensões dos aparatos utilizados para o procedimento.

Foram utilizados aproximadamente 3 kg de cascas de banana prata, com o intuito de promover uma distribuição uniforme na superfície do tabuleiro utilizado no processo de secagem, as cascas foram cortadas em tiras menores de aproximadamente 5cm e separadas em 3 bateladas de aproximadamente 1 kg cada.

Para as cascas de laranja, foram utilizados aproximadamente 600g, e da mesma forma, foram cortadas em pedaços menores para aumentar a superfície de contato.

As cascas foram secas à 60°C por 24h, utilizando um forno elétrico convencional da marca Philco™, com capacidade para 48L e potência de 1500W, sendo alternada a fonte de aquecimento (superior e inferior) a cada 6h.

Ao término dos processos de secagem, as cascas foram trituradas em um liquidificador marca ARNO™, modelo LN7270.B1 e potência de 700W. Sendo necessário promover três etapas de trituração por batelada, para garantir o processamento e mistura do material retido no fundo do copo.

Por fim, as cascas foram peneiradas utilizando uma peneira de 35 mesh, obtendo assim, um granulo final de 0,5 mm (500 μm), e cerca de 300g de farinha da casca de banana e 300g de farinha de casca de laranja como apresentado na Figura 2 abaixo.

Figura 2: Amostra da farinha da casca de Laranja e da banana

Fonte: Autores (2024).

3.2. PREPARO DAS AMOSTRAS

O efluente contendo o metal de interesse primário a ser adsorvido (cromo hexavalente), é obtido após o processo de limpeza dos tubos de análise dos viscosímetros, modelo Houillion VH1, fabricante PAC – ISL™, através da utilização de solução sulfocrômica.

Como parte do procedimento de limpeza, é injetado via pipeta de pasteur, cerca de 6ml de solução ácida em cada tubo (cada equipamento conta com 4 tubos de análise) onde, após reação oxidativa com a sujidade interna do tubo (geralmente fuligem proveniente de óleos de motores a diesel), a solução goteja em béqueres previamente preenchidos com cerca de 40 ml de água.

O excesso de ácido retido no interior dos tubos, é em seguida lavado com água e álcool isopropílico para promover a secagem dos tubos.

Partindo do procedimento descrito acima, o efluente gerado da limpeza dos 6 aparelhos viscosímetros (cerca de 160 ml por equipamento), foi diluído aproximadamente 3,5 vezes, sendo obtido aproximadamente 3,3L de efluente, onde desse volume final, foram realizados os testes de potencial adsortivo, através da análise de concentração de cromo via espectrofotômetro, antes e após o contato com as cascas.

As amostras foram preparadas da seguinte maneira:

- Foram preparadas soluções (para ambos os tipos de cascas) contendo 1g, 2g, 3g, 4g, 5g e 10g de farinha adsorvente;
- As cascas foram pesadas em béqueres de plástico, utilizando balança semi analítica;
- Em cada um dos béqueres foram adicionados 20 ml de efluente;
- Cada amostra foi mantida em agitador magnético por até 1 hora, variando o tempo de permanência de acordo com a progressão dos testes a serem realizados (um a cada 5 minutos);
- Após o tempo necessário, o soluto era filtrado para retenção da fase sólida;
- Foram fracionados em tubos de ensaio, 500 µL das soluções finais obtidas;
- As amostras foram encaminhadas para análise de espectroscopia.

3.3. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A técnica utilizada para detecção do cromo presente nas amostras, foi a espectroscopia de emissão ótica por plasma indutivamente acoplado, realizada via ICP-OES modelo AVIO 500, fabricante Perkin Elmer™ em configuração radial. Tal metodologia consiste-se na detecção de elementos químicos, através da excitação dos de seus átomos e íons, onde a amostra é atomizada/pulverizada e inserida através de um gás inerte, energeticamente ionizado (plasma), assim os elétrons da camada de valência, após absorverem a energia do plasma, se movem para uma camada exterior mais energética onde, ao retornarem ao estado fundamental, liberam a energia absorvida em forma de fótons, de acordo com o comprimento de onda específico do elemento ao qual pertencem, o que permite o equipamento identificar o analito e sua concentração através da medida de intensidade do comprimento de onda (ASTM, 2018).

Seguindo a norma ASTM D5185, as amostras foram diluídas em um fator de 10% massa por massa, para serem analisadas no ICP-OES.

Cada amostra foi analisada em duplicata, a começar pelo efluente “puro” para detecção inicial da concentração de cromo, e em seguida, para cada concentração de cascas com intervalos de tempo de exposição de 5 minutos no período total de 1 hora.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na análise prévia do efluente, após o primeiro processo de diluição, foi possível detectar uma concentração de Cr de 1692 ppm, valor este superior ao ponto mais elevado da curva de calibração utilizado no ICP-OES para o Cr assim, foi necessário promover a diluição de 3,5 vezes, para melhor adequação do resultado à curva de calibração, obtendo uma concentração final 694 ppm de Cr, sendo esta solução utilizada nos testes de exposição às cascas.

Os resultados das concentrações em ppm que ainda restavam de Cr após a utilização dos adsorventes (farinha da casca de laranja e de banana) nas quantidades de 1g a 10 g durante 5 min a 60 min de agitação estão organizadas na tabela 1 abaixo.

Durante o preparo das amostras foi possível identificar que as cascas de laranja apresentavam um potencial de absorção volumétrica superior às cascas de banana, diferença evidenciada comparativamente no comportamento observado na tentativa de preparo das amostras com 10g de casca, onde ela absorveu completamente a fase líquida, o que tornou este, impossibilitado de ser analisado no instrumento. Por tanto não havendo dados para o ponto de 10g de casca de laranja na Tabela 1.

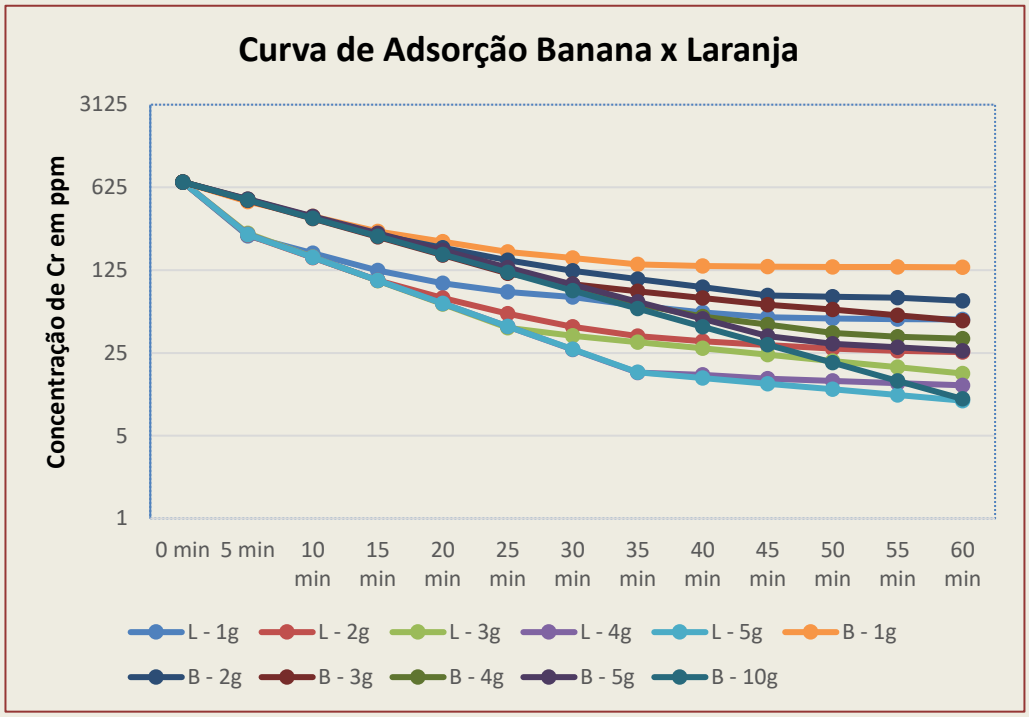
Durante os testes, foi possível observar que o potencial adsortivo para ambas as espécies de casca, tem relação direta com o tempo de exposição, sendo evidenciado logo nos primeiros testes, após 5 minutos de exposição, que a concentração de Cr sofria a mesma redução independentemente da quantidade de adsorvente inserido, ao passo que a concentração/volume de cascas, somente exercia um impacto significativo ao longo do tempo de exposição, indicado por um possível comportamento de saturação para as amostras com menor concentração de pó adsorvente. Com os dados da Tabela 1 foram construídas as curvas de adsorção comparando as duas cascas para melhor visualização dos resultados, apresentada na Figura 3.

Tabela 1 – Concentração de Cr em ppm

Material – Qnt	5 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
Laranja - 1g	243	174	97	74	55	49	48
Laranja - 2g	247	159	73	41	31	27	25
Laranja - 3g	255	161	65	35	27	21	17
Laranja - 4g	251	160	65	27	16	15	13
Laranja - 5g	250	160	65	27	15	12	10
Banana - 1g	473	355	218	158	136	133	132
Banana - 2g	493	350	194	124	90	75	69
Banana - 3g	487	341	168	95	73	58	47
Banana - 4g	494	352	179	91	51	37	33
Banana - 5g	498	357	183	94	48	30	26
Banana - 10g	488	344	170	84	42	21	10

Fonte: Autores (2024).

Figura 3- Curvas de Adsorção Concentração (ppm) x Tempo (min) para os dois tipos de adsorventes em função da quantidade e tempo utilizados



Fonte: Autores (2024).

Através dos resultados obtidos, foi possível destacar que a casca de laranja pera rio apresenta um potencial adsortivo aproximadamente 50% maior que a casca de banana prata. Entretanto, os resultados mostram um excelente desempenho para ambos os tipos, tornando-os completamente viáveis para o procedimento de tratamento e remoção de Cr para tal efluente.

Sobre os valores de concentração obtidos nos testes propostos, eles se mantiveram acima do que a legislação permite para lançamento nas redes fluviais, segundo resolução CONAMA n° 430 de 13/05/2011, para o Cr são permitidos 0,1mg/L para o íon hexavalente e 1,0mg/L para o Cr trivalente. Contudo, seguindo a tendência de adsorção observada no gráfico 1, um aumento na concentração de cacas e tempo de exposição, podem alcançar os valores indicados na legislação, o que comprova que esta metodologia de reaproveitamento de resíduos agroindustriais, possui considerável valor agregado em termos de custos com tratamento de resíduos, utilizando carvão ativado ou outros procedimentos que contribuem para degradação do meio ambiente, o que torna este, um método viável e corretamente sustentável.

5. CONCLUSÃO

Tendo em vista que o objetivo do presente artigo era a avaliação do potencial, e comparação entre duas fontes alternativas de adsorventes (cascas de banana prata e cascas de laranja pera rio), em relação ao carvão ativado comumente utilizado, é seguro afirmar que obteve-se sucesso nos resultados alcançados, uma vez que os requisitos de produção e aplicação do material adsorvente, atendem a proposta de reutilização e reaproveitamento das cascas. Sendo essa uma vertente de fonte renovável para solução de um problema cada vez mais frequente em nossas redes fluviais, já que com uma pequena amostragem, conseguiu-se alcançar reduções consideráveis, próximas aos

limites para um descarte seguro. Neste artigo a aplicação do biossorvente foi em uma escala consideravelmente menor em comparação aos grandes problemas de poluição encontrados hoje na sociedade porém , tais procedimentos de tratamento e redução, podem e devem ser utilizados em quaisquer tipos de operações existentes já que na concentração e no tempo correto a redução do íon cromo é eficaz.

REFERÊNCIAS

[1] ASTM D5185-18, **Standard Test Method for Multielement Determination of Used and Unused Lubricating Oils and Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES)**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org. Acesso em: 05/07/2021

[2] BARROS, Arielle de. M. **Bioadsorção e dessorção dos íons Cd2+, Cu2+, Ni2+, Pb2+, e Zn2+ pela macrófita aquática Azolla pinnata**. 2012. Dissertação de (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

[3] BRASIL. **Resolução N° 001, 23 de janeiro de 1986**. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br . Acesso em: 2021

[4] CALFA, B. A. TOREM, M. L. **Uso da Biomassa em Processos Combinado Biossorção/Flotação para Remoção de Metais Pesado**s. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2007.

[5] CLEANE. L. **Processo em que moléculas são retidas na superfície de uma substância.** Site: Educa Mais Brasil. Disponível em: https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/adsorcao. Publicado em: Junho 2019. Acesso em: 2021

[6] FAO. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade.** Disponível em: http://www.fao.org.br/daccatb.asp.

[7] LESMANA, S. O. et al. **Studies on potential applications of biomass for the separation of heavy metals from water and wastewater**. v. 44, 2009.

[8] LOSI, M.E.; AMRHEIN, C. & FRANKENBERGER, W.T. **Factors affecting chemical and biological reduction of hexavalent chromium in soil.** Environ. Toxicol. Chem., 13:1727-1735, 1994a.

[9] LOSI, M.E.; AMRHEIN, C. & FRANKENBERGER, W.T. **Bioremediation of chromate - contamined ground water by reduction and preciptation in surface soils**. J. Environ. Qual., 23:1141-1550, 1994b.

[10] LOVLEY, D. **Dissimilatory metal reduction**. Ann. Rev. Microbiol., 47:276-290, 1993.

[11] MOREIRA, D.R. ***Desenvolvimento de adsorventes naturais para tratamento de efluentes de galvanoplastia***. Porto Alegre, p. 79, 2010. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

[12] PALMER, C. D.; Wittbrodt, P. R.; **Environ. Health Perspt**. 1991, 92, 25.

[13] SANTANA, J. S. et al. **Utilização da Casca de Banana Como Biossorvente Para Adsorção de Metais Pesados Viabilizando sua Utilização em Água Residuais as Industria Galvânica**. INOVAE – Journal of Engineering, Architecture na Technology Innovation. São Paulo. Vol. 8. Pág. 143-157. Dezembro 2020.

Capítulo 14

O papel do engenheiro químico na seleção de aditivos químicos utilizados na cimentação de rejeitos radioativos gerados em reatores do tipo PWR

Vanessa Mota Vieira
Pedro Prates Valério
Margarete Aparecida Pereira
Madrith Sthel Costa Duarte
Luana Maris Pedrosa Cruz Ercan
Clarissa Ana Zambiasi
Fernanda Cristina Verediano
Hugo Vilaça Lima
Orlando Gama da Silva Junior

Resumo: Nesta pesquisa foram estudados os efeitos de aditivos químicos no processo de cimentação de rejeitos radioativos. Estes aditivos são utilizados para melhorar propriedades da pasta e do produto solidificado. Há uma grande variedade destes materiais no mercado, porém eles são frequentemente alterados ou simplesmente excluídos, portanto, é essencial conhecer os aditivos disponíveis comercialmente e seus efeitos. Os testes foram realizados com uma solução simulando os rejeitos do concentrado do evaporador gerado em reatores nucleares do tipo PWR. Para a sua cimentação foram utilizadas duas formulações, A e B, incorporando-se maior ou menor quantidade de rejeito, respectivamente. Acrescentaram-se aditivos químicos de dois fabricantes (S e H), sendo eles: aceleradores e retardadores de pega e superfluidificantes. Os experimentos foram organizados seguindo o planejamento fatorial 2^3. Os parâmetros avaliados foram: a viscosidade, o tempo de pega, as densidades da pasta e do produto e a resistência à compressão. O parâmetro avaliado neste estudo foi à resistência à compressão na idade de 28 dias, é considerada questões essenciais de segurança relacionados ao manuseio, transporte e armazenamento de resíduos do produto cimentado. Os resultados mostraram que a adição de aceleradores melhorou a resistência à compressão dos produtos cimentadas.

Palavras-chave: Rejeito Radioativo, cimentação, aditivos químicos.

1. INTRODUÇÃO

A geração de energia nucleoelétrica é responsável pelo atendimento de 17% das necessidades mundiais de eletricidade. Este percentual tende a crescer com a construção de novas usinas, principalmente nos países em desenvolvimento (China, Índia e outros). É uma energia limpa por não emitir gases responsáveis pelo aumento do aquecimento global e outros produtos tóxicos. Usinas nucleares ocupam áreas relativamente pequenas, podem ser instaladas próximas aos centros consumidores o que reduz o custo da distribuição da energia e não dependem de fatores climáticos para o seu funcionamento (TELLO, 2001).

O Programa Nuclear Brasileiro (PNB), prevê o aumento da utilização da energia nuclear para gerar energia elétrica, com a construção de pelo menos mais quatro centrais nucleares nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, até 2030 (MCT, 2007).

No Brasil, existem atualmente duas centrais nucleares com reatores do tipo PWR *(Pressurized Water Reactor*), que utilizam urânio enriquecido, sendo moderados e refrigerado por água leve pressurizada. Nestes reatores um dos mecanismos de controle das taxas de fissão é a utilização do boro. Um dos rejeitos de baixo e médio nível de radiação gerados na operação é a água com boro, que é tratada no evaporador para redução de volume, produzindo o concentrado do evaporador, com aproximadamente 12,5% de ácido boro (ALVES, 2001).

Os rejeitos de baixo e médio nível de radiação são solidificados por incorporação em cimento, visando impedir ou dificultar a liberação dos contaminantes presentes nos rejeitos para o meio ambiente durante o armazenamento, o transporte e a disposição final, além de garantir estabilidade e durabilidade. Isto porque quanto menor for à liberação dos radionuclídeos a partir do produto, menor serão os requisitos das demais barreiras do repositório e mais segura a sua deposição.

O cimento tem sido utilizado como a principal matriz para imobilizar estes rejeitos radioativos, embora o betume e os polímeros também sejam estudados. A escolha da matriz vai depender de diversos fatores, como do tipo e da forma do rejeito, da atividade e dos radionuclídeos presentes, dos requisitos do repositório, além de fatores econômicos, de engenharia e de segurança (TELLO, 2001).

O cimento Portland é largamente utilizado na incorporação de rejeitos líquidos, pela sua facilidade de obtenção, por existir uma larga experiência em sua utilização e pela possibilidade de ser processado em temperatura ambiente. O produto final cimentado deve atender a três critérios básicos para garantir o manuseio seguro nas etapas subseqüentes da gerência de rejeitos radioativos e a aceitação em repositórios que são: resistência mecânica, impermeabilidade e estabilidade (TELLO, 2001).

A solidificação direta de rejeitos contendo ácido bórico com o cimento Portland é complicada, devido à acidez do rejeito e à ação do íon borato na pega do cimento. Assim o rejeito contendo ácido bórico com o cimento possui uma compatibilidade que varia de ruim a boa. Para melhorar essas condições de processo e as propriedades físicas e químicas do produto solidificado são usados aditivos químicos e minerais (AIEA, 1993).

A área da engenharia química apresentou-se de suma importância para a seleção dos três aditivos químicos e no estudo do efeito de cada um. O presente trabalho é uma extensão da engenharia química, com o objetivo de desenvolver a curricularização da extensão das componentes curriculares, despertando e incentivando o aluno e pesquisador a resolver problemas gerais nas mais diversas empresas.

Os aditivos químicos testados foram: superfluidificante, retardador e acelerador de pega de dois fabricantes diferentes, utilizando duas formulações para a cimentação. O objetivo principal da pesquisa foi estudar o efeito de cada tipo de aditivo químico, sua quantidade, fabricante e formulação da pasta (relação rejeito/mistura seca) no processo de cimentação do concentrado do evaporador, verificando seus efeitos nas pastas e na qualidade dos produtos cimentados, por meio da avaliação de suas propriedades físicas e químicas, como resistência a compressão, viscosidade, tempo de pega e densidade. Neste Capítulo apresentou-se somente os ensaios de resistência à compressão, por ser um parâmetro essencial a ser considerado nas questões de segurança relativas ao manuseio, transporte e armazenamento do produto de rejeito cimentado. É desejável que os valores obtidos sejam mais elevados possíveis para esta propriedade, uma vez que o rompimento do produto facilita a dispersão dos contaminantes presentes no rejeito e pode promover colapso no armazenamento, trazendo riscos para o homem e para o meio ambiente (CNEN-NN-6.09).

2. MÉTODO

Os experimentos foram organizados pelo planejamento fatorial 2^3 com duas réplicas. De acordo com este planejamento, as variáveis (ou fatores) estudadas foram: o tipo de aditivo químico (retardador de pega, acelerador de pega e superfluidificante), os fabricantes (H e S), as quantidades utilizadas segundo especificado nas fichas dos fabricantes e as formulações das pastas (A e B).

Avaliaram-se os fatores em dois níveis: nível baixo (-) e nível alto (+). Geralmente, quando o fator é quantitativo, o nível baixo foi aquele de menor valor, ao passo que o nível alto foi o de maior valor. No caso de fatores qualitativos como o fabricante, os níveis baixos e altos foram escolhidos arbitrariamente (S (–) e H (+)). Realizaram-se os experimentos aleatoriamente para que os efeitos de fatores externos não influenciassem na avaliação dos resultados. Para controle foram feitas misturas, denominadas “branco”, nas quais não foi adicionado nenhum aditivo, também realizados em duplicata.

Buscou-se ainda que o teste branco e os oito experimentos realizados em duplicata, totalizando 52 bateladas (pastas), fossem realizados em condições tão homogêneas quanto possível. Os experimentos foram organizados conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Planejamento fatorial 2^3 sem réplica, para os ensaios com os aditivos químicos

Teste	Variável		
	Formulação	Quantidade de aditivo	Fabricante
1	-	-	-
2	-	-	+
3	-	+	-
4	-	+	+
5	+	-	-
6	+	-	+
7	+	+	-
8	+	+	+

Fonte: Autores (2024).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Confeccionaram-se as pastas contento a mistura seca, que se constituiu de cimento Portland CPV ARI acrescido de sílica ativa na proporção de 10% em relação ao peso do cimento, o rejeito simulado e os aditivos químicos. Inicialmente, neutralizou-se o rejeito simulado com hidróxido de cálcio, que, em seguida, foi incorporado na mistura seca, gerando uma pasta homogênea à qual foram acrescentados os aditivos químicos. Posteriormente confeccionaram-se oito corpos-de-prova em moldes metálicos com 5cm de diâmetro e 10cm de altura, ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Pasta e corpo-de-prova

Fonte: Autores (2024).

Cada mistura e corpos-de-prova confeccionados foram submetidos aos seguintes ensaios: viscosidade, tempo de pega, densidade da pasta e do produto e resistência à compressão.

Para a avaliação da viscosidade utilizou-se um viscosímetro com rotores em forma de T, apropriados para medidas reológicas. Mediu-se o parâmetro tempo de pega da pasta por um equipamento chamado “agulha de vicat” automático. Para a determinação da resistência à compressão nas idades de 28 e 90 dias de cura utilizou-se uma prensa hidráulica. Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão nos produtos com retardadores de pega.

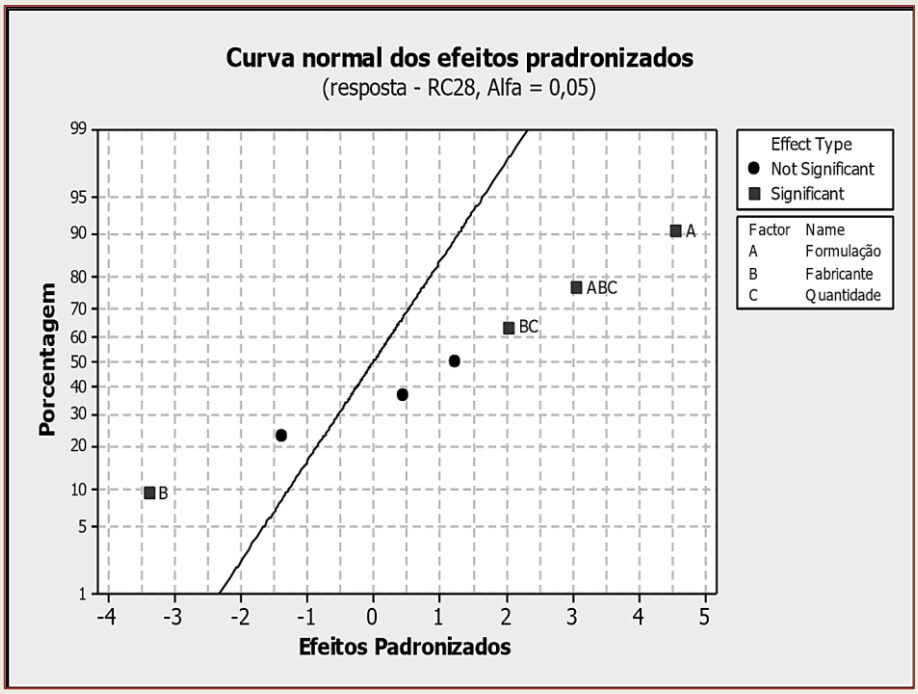
Tabela 2: Resistência à compressão – 28 dias – com Retardadores de Pega

Teste	Variável			Resistência à Compressão 28 dias (MPa)
	Formulação	Quantidade	Fabricante	Média
Branco (-)				14,7 ± 3,1
1	-	-	-	14,0 ± 1,2
2	-	-	+	12,4 ± 0,2
3	-	+	-	13,2 ± 1,0
4	-	+	+	10,1 ± 0,4
Branco (+)				24,3 ± 1,4
5	+	-	-	18,0 ± 5,8
6	+	-	+	12,9 ± 3,5
7	+	+	-	14,7 ± 0,7
8	+	+	+	16,1 ± 0,5

Fonte: Autores (2024).

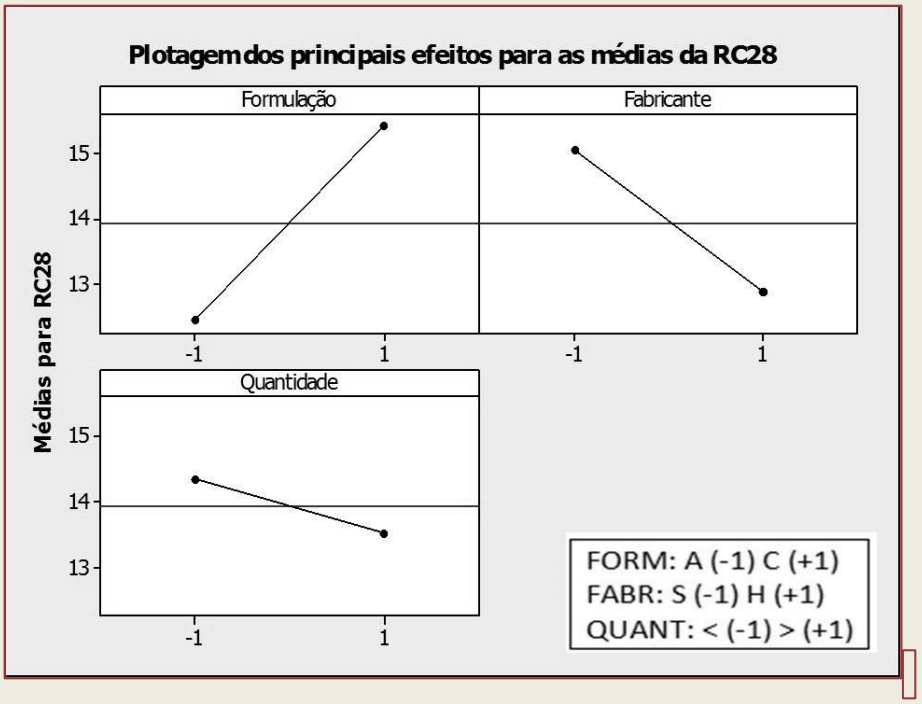
As Figuras 2 e 3 representam o estudo para a análise dos efeitos dos fatores na resistência à compressão quando o retardador de pega é usado nas misturas. Conclui-se que, com um intervalo de confiança de 95%, tanto a formulação quanto o fabricante têm efeito significativo sobre a resistência à compressão com 28 dias de idade. O mesmo acontece com as interações entre fabricante e quantidade de aditivo e entre os três fatores.

Figura 2: Análise dos efeitos das variáveis (fatores) e suas interações, sobre a resistência à compressão – 28 dias – com Retardadores de Pega



Fonte: Autores (2024).

Figura 3: Efeitos de variáveis (fatores) na resistência à compressão – 28 dias – com Retardadores de Pega



Fonte: Autores (2024).

A utilização do retardador de pega do Fabricante S e a Formulação B, que contém maior quantidade de cimento (Testes 5 a 8) apresentaram efeito positivo na resistência a compressão com 28 dias de idade. Notou-se que os produtos com a adição de menor quantidade de retardador de pega apresentaram resistência à compressão superior àqueles com maior quantidade, porém este efeito dentro do intervalo de confiança de 95% não foi significativo.

O maior valor foi encontrado para a combinação dos fatores: Formulação B, menor quantidade de retardador de pega e Fabricante S, e o menor foi com a Formulação A, maior quantidade de retardador de pega e Fabricante H.

Para a resistência à compressão aos 28 dias o efeito da adição de RP é negativo quando se compara com o "branco", tanto para a Formulação A quanto para a formulação B.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão nos produtos com aceleradores de pega.

Tabela 3: Resultado da Resistência à compressão – 28 dias – com Aceleradores de Pega

Teste	Variável			Resistência à Compressão 28 dias (MPa)
	Formulação	Quantidade	Fabricante	Média
Branco (-)				14,7 ± 3,1
1	-	-	-	17,2 ± 1,9
2	-	-	+	14,6 ± 2,8
3	-	+	-	17,8 ± 1,6
4	-	+	+	15,6 ± 1,8
Branco (+)				24,3 ± 1,4
5	+	-	-	19,1 ± 2,1
6	+	-	+	20,5 ± 4,2
7	+	+	-	25,5 ± 1,5
8	+	+	+	15,9 ± 5,1

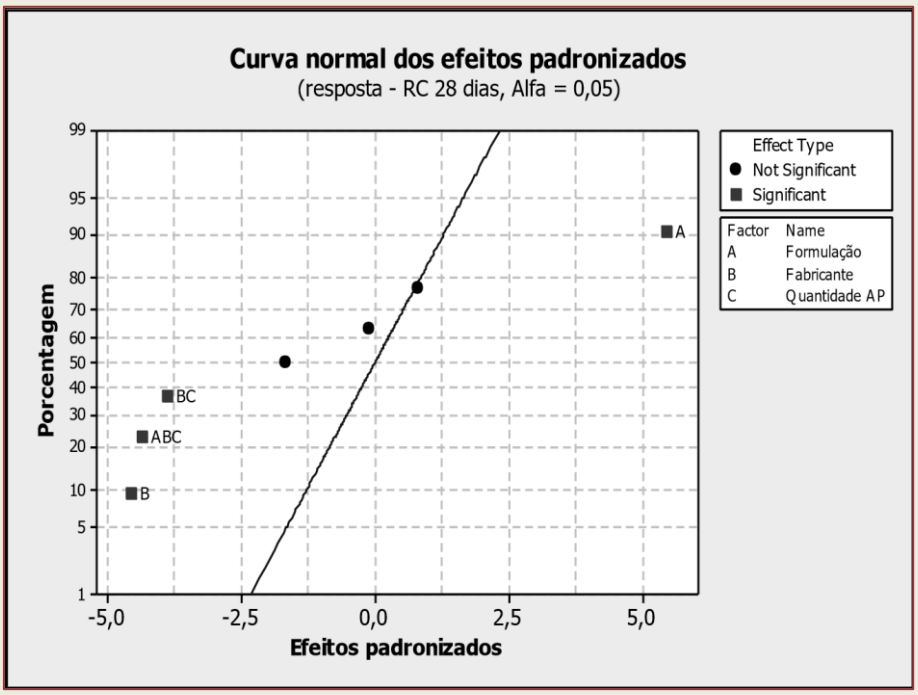
Fonte: Autores (2024).

As Figuras 4 e 5 representam o estudo para a análise dos efeitos dos fatores na resistência à compressão quando o acelerador de pega é usado nas misturas. Conclui-se, a formulação, o fabricante e as interações entre o fabricante e a quantidade de acelerador de pega, além da interação dos três fatores têm efeito significativo sobre a resistência à compressão com 28 dias de idade.

A utilização do Acelerador de Pega do Fabricante S e a formulação B, que contém maior quantidade de cimento, (Testes 5 a 8) apresentaram efeito positivo na resistência a compressão com 28 dias de idade. O maior valor foi encontrado para a combinação dos fatores: Formulação B, maior quantidade de Acelerador de Pega e Fabricante S, e o menor foi com a Formulação A, menor quantidade de Acelerador de Pega e Fabricante H.

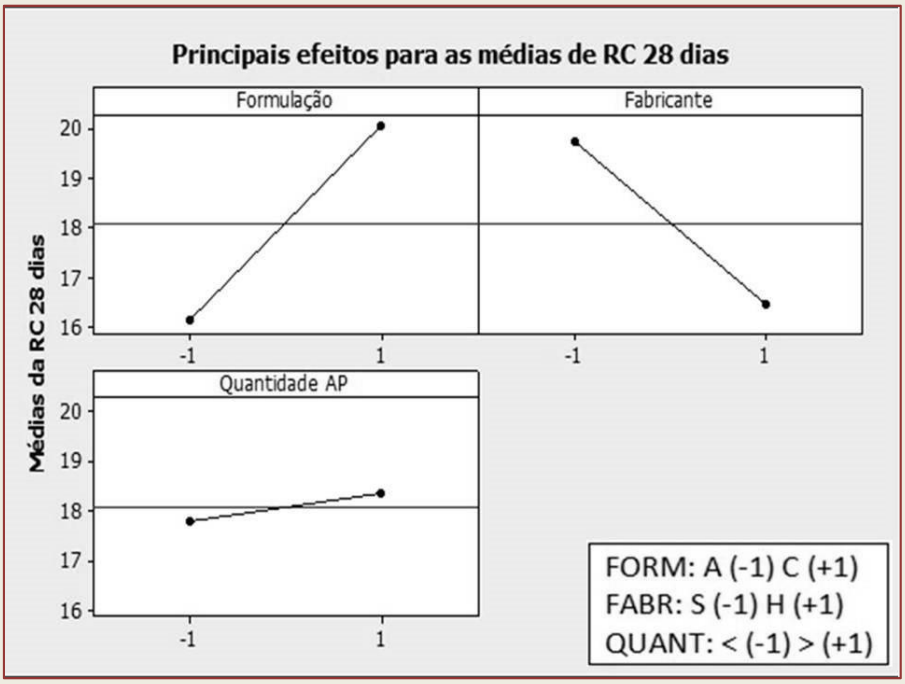
Para a resistência à compressão aos 28 dias o efeito da adição de Acelerador de Pega é positivo para a formulação A, com menos cimento e maior carga de rejeito, quando se compara com o "branco". Na formulação B somente o valor da resistência à compressão do Fabricante S e com quantidade maior obteve resultado acima do Branco.

Figura 4: Análise dos efeitos das variáveis (fatores) e suas interações, sobre a resistência à compressão – 28 dias – com Acelerador de Pega



Fonte: Autores (2024).

Figura 5: Efeitos de variáveis (fatores) na Resistência à compressão – 28 dias – com Acelerador de Pega



Fonte: Autores (2024).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão nos produtos com superfluidificante.

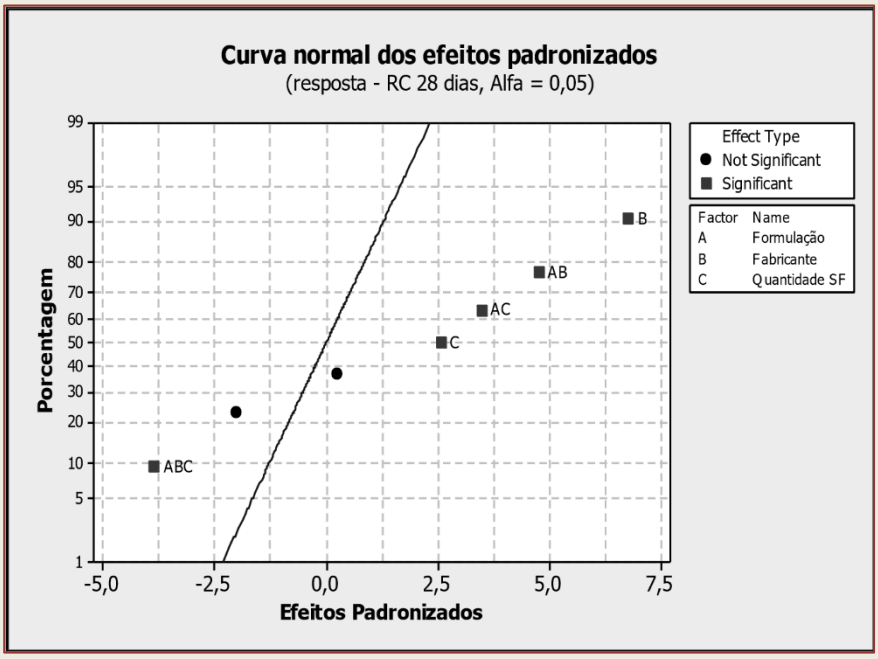
Tabela 4: Resultados da Resistência à compressão – 28 dias – com Superfluidificantes

Teste	Variável			Resistência à Compressão 28 dias (MPa)
	Formulação	Quantidade	Fabricante	Média
Branco (-)				14,7 ± 3,1
1	-	-	-	14,8 ± 0,2
2	-	-	+	14,6 ± 1,8
3	-	+	-	13,0 ± 1,4
4	-	+	+	15,5 ± 0,5
Branco (+)				24,3 ± 1,4
5	+	-	-	7,7 ± 2,9
6	+	-	+	18,4 ± 2,0
7	+	+	-	14,8 ± 4,3
8	+	+	+	18,2 ± 0,6

Fonte: Autores (2024).

Verifica-se através das Figuras 6 e 7 que, tanto o fabricante quanto a quantidade de superfluidificante têm efeito significativo sobre a resistência à compressão com 28 dias de idade. O mesmo acontece com as interações de segunda ordem entre a Formulação e o Fabricante e entre a Formulação e a quantidade de superfluidificante e também na interação entre os três fatores.

Figura 6: Análise dos efeitos das variáveis (fatores) e suas interações, sobre a resistência à compressão – 28 dias – com Superfluidificante.



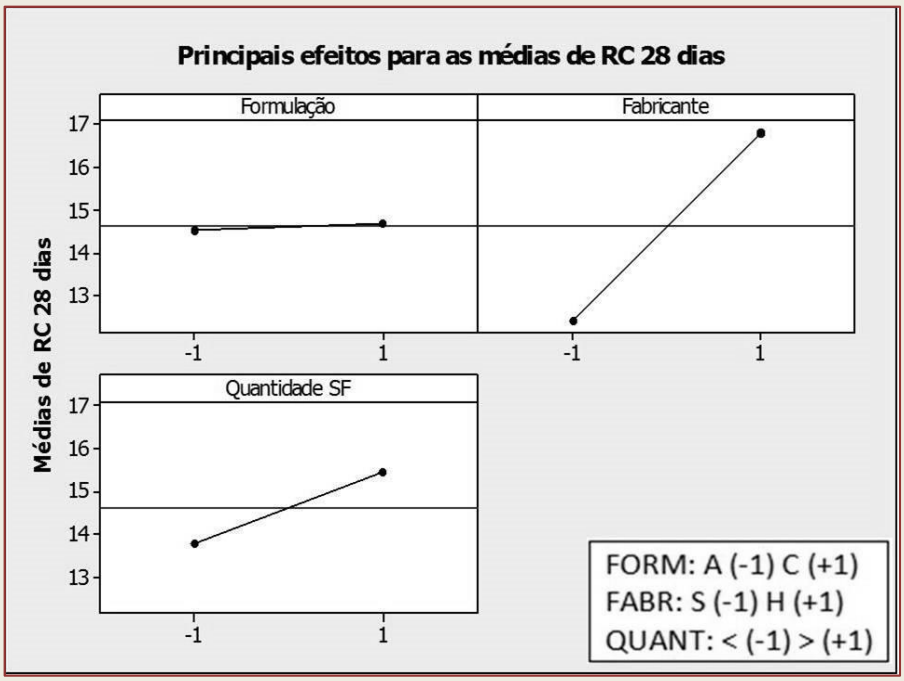
Fonte: Autores (2024).

A utilização do Fabricante H e a maior Quantidade de superfluidificante apresentaram efeito positivo na resistência à compressão com 28 dias de idade. O maior valor foi encontrado para a combinação dos fatores: Formulação B, menor quantidade de

superfluidificante e Fabricante H, e o menor valor foi obtido com a Formulação B, menor quantidade de superfluidificante e Fabricante S.

Para a resistência à compressão aos 28 dias o efeito da adição de superfluidificante é neutro para a Formulação A, pois os resultados se aproximam do "Branco", melhorando somente a trabalhabilidade da pasta. Na formulação B o efeito da adição de superfluidificante é negativo, comparando-se com o "Branco".

Figura 7: Efeito de cada variável (fator) na Resistência à compressão – 28 dias – com Superfluidificante



Fonte: Autores (2024)

4. CONCLUSÃO

tir do estudo realizado, observou-se que, de uma maneira geral, o uso de uma maior quantidade de acelerador de pega, com Fabricante S e a formulação B, que contém maior quantidade de cimento, resultou em melhores resultados da resistência à compressão com idades de 28 dias.

A solução simulando o concentrado evaporador contém aproximadamente 12,5% de acido bórico que devido ao íon borato age como retardador de pega, sendo assim a adição de retardadores de pega na mistura teve resultados negativos na resistência a compressão.

O superfluidificante melhorou a trabalhabilidade e homogeneidade da pasta, mas não teve resultados significativos em relação à resistência à compressão com 28 dias de idade.

Na sequência deste trabalho prevê-se acrescentar ensaios de resistência à compressão com 90 dias de idade, viscosidade, tempo de pega e densidade.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Cimentação do CDTN – LABCIM. Os ensaios foram executados com o auxílio de Maria Judite Afonso Haucz, Francisco Donizete Cândido e Jaqueline A.A.Calábria e orientado pela dra. Clédola Cássia Oliveira de Tello.

REFERÊNCIAS

[1] ALVES, L. J. L. **Seleção de uma formulação para tratamento de rejeitos de reator do tipo PWR por cimentação**. Dissertação de Mestrado do programa de Pós-graduação em Ciências e Técnicas Nucleares da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

[2] BRASIL. MCT. **CTBI para o desenvolvimento Nacional**. Plano de Ação 2007 – 2010. Brasília: MCT, 2007.

[3] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN-NN-6.09: Critérios de aceitação para deposição de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação**. Rio de Janeiro, 2002.

[4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Improved cement solidification of low and intermediate level radioactive wastes**. Vienna: AIEA, 1993, pp. 110. (Technical reports series, 350).

[5] TELLO, C. C. O. **Efetividade das bentonitas na retenção de césio em produtos de rejeitos cimentados**. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

Capítulo 15

Aprendizagem ativa em engenharia: desenhando uma prática pedagógica interdisciplinar utilizando o ensino com pesquisa

Tânia Regina Dias Silva Pereira
Telma Dias Silva dos Anjos

Resumo: Nos últimos anos significativas mudanças nas abordagens que fundamentam o processo de ensino e aprendizagem podem ser observadas. Uma eficiente proposta metodológica para melhorar a aprendizagem é unir ensino e pesquisa, tendo como meio de contextualização de conteúdos a interdisciplinaridade. Nesse contexto, pode-se destacar a aprendizagem ativa, que apresenta como premissa a participação efetiva dos discentes para a realização de um trabalho interativo e colaborativo. Com base nas atuais concepções didáticas, e visando contribuir para a construção de um processo de ensino e aprendizagem significativo e contextualizado, foi realizada uma experiência com duas disciplinas do segundo semestre do curso de Engenharia de Produção Civil de uma Universidade Pública do Estado da Bahia, atividade na qual, os estudantes pesquisaram sobre edificações nas diversas regiões do Brasil, destacando a relevância dessas obras para a engenharia e para a sociedade, observando a importância do projeto e da representação gráfica para a sua construção e para o seu funcionamento. Através desta prática pedagógica foi possível perceber que os alunos demonstraram maior interesse pelas disciplinas por perceberem a importância dos conteúdos estudados para a sua formação e para a futura profissão.

Palavras-chave: Aprendizagem Ativa. Engenharia. Pesquisa. Formação Profissional.

1. INTRODUÇÃO

Ensinar não é uma atividade simples, pois exige integração entre docentes e discentes e entre estes e os conteúdos estudados, o que nem sempre, acontece. Quando se observa o ensino nas universidades, muitas vezes se percebe que esse é desfocado da realidade do aluno, pois, não considera o seu conhecimento prévio e nem estabelece metas e objetivos a serem alcançados durante as aulas (PEREIRA E ANJOS, 2015). No mundo contemporâneo, onde os jovens estão conectados em rede e de forma *online*, torna-se imprescindível aos professores,

[...] promoverem novas formas de ensinar e aprender que rompam com o modelo da linearidade e da passividade, buscando estratégias didático-pedagógicas variadas que contribuam para o desenvolvimento da autonomia intelectual do estudante e da capacidade de construção da sua própria aprendizagem, possibilitando aos mesmos perceberem o caráter provisório e relativo do conhecimento (PEREIRA; ANJOS, 2015).

O aprimoramento das Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC) "proporciona novas dinâmicas nas relações sociais, estes processos geram possibilidades de compartilhamento, de conexão significativa, nas redes sociais, bem como na difusão e compartilhamento de informações e conhecimento entre as pessoas de diferentes partes do mundo" (PEREIRA; ANJOS, 2013). "Nos dias de hoje, há uma pressão permanente das atualizações tecnológicas. Fronteiras físicas internacionais são superadas e as comunicações estão muito mais fáceis de serem realizadas". É possível argumentar, por exemplo, que estratégias didáticas adequadas potencializam a qualidade das aulas e, por sua vez, a formação do profissional competente que vem sendo exigido nessa era da globalização, em que "os avanços técnicos, científicos e informacionais do período atual permitem uma nova configuração da sociedade" (PEREIRA; ANJOS, 2013).

O documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia, apresenta as premissas que devem servir de orientação à organização, ao desenvolvimento e à avaliação dos referidos cursos pelos Sistemas de Educação Superior do país:

[...] definir modelos de educação que estimulem a experimentação e deem protagonismo aos alunos no processo de aprendizagem e desenvolvimento de suas competências técnicas e socioemocionais. Isso implica, entre outras coisas, em valorizar atividades que instiguem os jovens a desenvolver projetos e soluções com base sólida e responsabilidade, explorar a interdisciplinaridade, dominar tecnologias digitais, construir visões sistêmicas, cultivar a criatividade, trabalhar em equipe e exercitar a liderança (CNI, 2020).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Engenharia (DCNs) também explicitam as competências que os engenheiros devem construir ao longo do processo formativo. Dentre essas competências está a de formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto, desenvolvendo a capacidade de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos, bem como formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas (Art. 4º, incisos I e II).

Por isso, as novas Diretrizes propõem uma formação com base em um conjunto de experiências práticas e ativas de aprendizagem, vinculadas a conceitos e conhecimentos

diversos, incorporados pelo estudante ao longo de um processo formativo do qual é agente fundamental (CNI, 2020).

A atividade de cunho investigativo ora apresentada se articula às DCNs constituindo-se numa estratégia de ensino que buscou, dentre outras finalidades, estabelecer uma relação dialógica entre teoria e prática suscitando no estudante, desde o início do seu processo formativo, a necessidade de conhecer o contexto de aplicação dos conteúdos estudados, atentando-se para a análise e compreensão dos usuários dos projetos e soluções apresentadas à sociedade. A matriz curricular dos cursos de engenharia deve atender DCNs, que determina:

> *Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:*
>
> *I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;*
>
> *II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;*
>
> *III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;*
>
> *IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;*
>
> *V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;*
>
> *VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2019).*

A formação se reflete na construção do sujeito crítico e reflexivo, contribuindo para o seu desenvolvimento humano integral, pois, conforme Pereira e Anjos (2013):

> *A Engenharia é uma profissão determinante para o desenvolvimento econômico de um país. A criação e a produção de bens de grande valor agregado fazem a diferença no mundo globalizado para todas as nações. A capacidade de desenvolvimento de tecnologias e inovação depende de vários fatores, entre eles a qualidade de profissionais de Engenharia, pois com a rápida evolução da tecnologia e a consequente obsolescência das existentes, a formação do engenheiro deve privilegiar os conteúdos essenciais, ensinando-o a se adaptar rapidamente aos novos conhecimentos e técnicas.*

A formação desses engenheiros deve superar as fragmentações do conhecimento disciplinar e do trabalho, tendo os docentes uma grande responsabilidade nesse contexto, buscando promover práticas pedagógicas diversificadas e inovadoras, pois estes estudantes estão familiarizados com a rapidez e a interatividade que a imersão nas TIC proporciona. Contextualizar os assuntos estudados nas disciplinas demonstrando sua aplicação durante a formação universitária e na atuação depois de formado não é tarefa das mais simples. Nos primeiros semestres, nos quais são estudadas as matérias básicas,

os alunos demonstram mais dificuldades do que quando a eles são apresentados os componentes curriculares específicos.

Nesta perspectiva, este capítulo relata uma experiência realizada com os discentes das disciplinas Metodologia Científica e Tecnológica da Produção e Desenho Técnico, do segundo semestre do curso de Engenharia de Produção Civil de uma Universidade pública do Estado da Bahia, na qual foi solicitado que, em equipe, pesquisassem edificações situadas em estados das regiões brasileiras relacionando-as com os assuntos estudados nas duas disciplinas. A atividade de ensino foi orientada pela implementação de uma proposta de metodologia de aprendizagem ativa que proporcionou aos estudantes em formação, o estudo do conteúdo programático de forma dinâmica e interativa, levando-os à uma análise reflexiva sobre a sua atuação profissional.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. APRENDIZAGEM ATIVA

Para Moran (2018) "a aprendizagem é ativa e significativa quando avançamos em espiral, de níveis mais simples para mais complexos de conhecimento e competência em todas as dimensões da vida". A proposta é que o aluno vivencie de forma antecipada, durante o curso, problemas e situações reais que vivenciarão na vida profissional. Quanto mais exemplos do cotidiano, melhor o aprendizado.

Diferente dos métodos tradicionais, que privilegiam a transmissão de informações pelos professores, a aprendizagem ativa prioriza maior envolvimento do aluno, uma vez que é baseada em competências cognitivas, pessoais e sociais, que não se adquirem da forma convencional e que exigem proatividade, colaboração, personalização e visão empreendedora (ANJOS *et al.*, 2020). É uma parceria entre professor e aluno na busca pelo conhecimento.

A proposta é que o estudante esteja no centro do processo de aprendizagem, participando ativamente e sendo responsável pela construção do seu conhecimento enquanto o professor é o mediador e estimulador do processo de ensino-aprendizagem. Seu principal objetivo é incentivar o aluno a aprender de forma autônoma e participativa, a partir de problemas e situações reais. Para José Moran (2015),

As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. Se é desejado que os alunos sejam proativos, é necessária a adoção de metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se é desejado que sejam criativos, precisam experimentar inúmeras possibilidades de mostrar sua iniciativa.

Dessa forma, o aluno precisa ser participante ativo no seu processo de aprendizagem, quando o professor atua como orientador, supervisor e facilitador. Barbosa e Moura (2013) afirmam que a "aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo (ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando) sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor".

Corroborando com esta opinião, Mineiro e D'Ávila (2020) colocam que o professor precisa utilizar artifícios para eliminar o "ciclo vicioso reprodutivista" e, para que isso aconteça, deve começar mudando sua prática de ensino buscando utilizar meios que

alcance o aprendizado do aluno. As autoras afirmam que uma maneira de atingir esse objetivo é:

Dando-lhe "trabalho" para pensar, para ler, para analisar. Construir situações de aprendizado áulicas (e para fora da sala de aula também) inserindo nelas dispositivos que fomentam a real mediação cognitiva. Metaforicamente falando, nada de refinar demais o alimento, assim ele perde nutrientes... É preciso que o aluno habitue (ou re-habitue) seu organismo (mecanismos cognitivos) a processar o alimento ("conhecimento") (MINEIRO; D'ÁVILA, 2020).

Há diversas técnicas para a aprendizagem ativa, entre as quais: a sala de aula invertida, por meio da qual o estudante pesquisa as informações básicas sobre um tema ou problema para iniciar-se no assunto, partindo dos conhecimentos prévios e ampliando-os com referências dadas pelo professor; a aprendizagem baseada na investigação e em problemas, que utiliza situações-problema como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos; a aprendizagem baseada em projetos, que tem como objetivo a entrega de um produto que pode ser um relatório das atividades realizadas, um protótipo de solução concebida ou um plano de ação a ser implementado na comunidade local; a aprendizagem por histórias e jogos, aquela em que a aprendizagem acontece a partir de histórias contadas (narrativas) e histórias em ação (histórias vividas e compartilhadas); a instrução por pares, que tem como perspectiva que os alunos aprendam uns com os outros, exercendo o papel de instrutores ou professores; o movimento *maker*, centrado no conceito de aprendizagem experimental, que enfatiza a relevância de aprender fazendo, a projeção e a construção de artefatos e a fabricação digital; *Design Thinking*, processo composto por etapas que preveem a escuta, a observação, a investigação, a projeção de soluções, a prototipagem e a implementação das melhores soluções criadas; entre outras. Destaca-se, entretanto, que o sucesso de qualquer metodologia de aprendizagem ativa depende de uma mudança na atuação do professor em sala de aula (CAVALCANTI; FILATRO, 2018; MORAN, 2018).

Assim, com as diferentes formas de entender o papel no ensino, "(propedêutica ou integral) e as ideias sobre a importância relativa dos distintos tipos de capacidades que devem ser desenvolvidas nas pessoas" (Zabala, 2011), os docentes começaram a preocupar-se em desenvolver outras práticas e formas de organizar os conteúdos, que não fossem estritamente disciplinares e que atendam ao estabelecido no art. 6º, item VIII das DCNs:

> *[...]*
>
> *6º Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.*
>
> *§ 7º Devem ser implementadas as atividades acadêmicas de síntese dos conteúdos, de integração dos conhecimentos e de articulação de competências.*
>
> *§ 8º Devem ser estimuladas as atividades acadêmicas, tais como trabalhos de iniciação científica, competições acadêmicas, projetos interdisciplinares e transdisciplinares, projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades empreendedoras.*

> *§ 9º É recomendável que as atividades sejam organizadas de modo que aproxime os estudantes do ambiente profissional, criando formas de interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos (BRASIL, 2019).*

Corroborando com as autoras Anjos e Pereira (2015), as atividades de ensino devem promover aprendizagens mais significativas e funcionais possíveis, que façam sentido, sejam contextualizadas e suscitem uma atitude favorável para realizá-las, permitindo, assim, um maior número de relações entre os diversos conteúdos, "que constituam as estruturas do conhecimento, por um lado. Por outro, devem facilitar a compreensão de uma realidade que nunca se apresenta compartimentada" (ZABALA, 2011).

Pensar em aprendizagem ativa é o ponto de partida para avançar nos processos mais elaborados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas. "Para tanto, os diálogos promovidos em um ambiente de aprendizagem ativa devem ser conduzidos de forma a proporcionar a todos os participantes a tomada de consciência das ações, que levem a uma aprendizagem duradoura" (FILHO *et al.*, 2019). O uso de metodologias ativas promove uma transformação na concepção do aprendizado por proporcionar ao aluno a oportunidade de pensar de maneira diferente em possíveis soluções para resolver problemas conectando ideias que, em princípio, parecem desconectadas (MORAN, 2015).

2.2. A EXPERIÊNCIA DESENVOLVIDA

Para um melhor entendimento do leitor, antes de descrever a prática pedagógica, apresenta-se breve enfoque sobre os componentes curriculares ENG 029 – Metodologia Cientifica e Tecnológica da Produção e DET 062 - Desenho Técnico.

2.1.1. O COMPONENTE CURRICULAR METODOLOGIA CIENTIFICA E TECNOLÓGICA DA PRODUÇÃO

O componente curricular ENG 029 – Metodologia Cientifica e Tecnológica da Produção, é ministrado aos estudantes do segundo período do curso de Engenharia de Produção Civil e tem como objetivo proporcionar ao aluno o embasamento teórico e a vivência dos processos de aprendizagem e pesquisa, bem como a metodologia para a realização de trabalhos científicos. Com carga horária de 45 horas, são trabalhados os seguintes assuntos: Ciência. Método. Conhecimento Científico. Projeto de Pesquisa. Teoria do Conhecimento e Teoria da Ciência.

2.1.2. O COMPONENTE CURRICULAR DESENHO TÉCNICO

O componente curricular DET062 - Desenho Técnico é ministrado aos estudantes do segundo período do curso de Engenharia de Produção Civil e tem como objetivo promover conhecimentos teóricos e práticos através da leitura, interpretação e desenvolvimento de projetos arquitetônicos no campo da Engenharia de Produção Civil. Com carga horária de 60 horas, são trabalhados os seguintes assuntos: O Terreno como elemento de construção e a elaboração de projeto arquitetônico. Marcação da edificação

em um terreno. Representação de projeto de arquitetura: Planta Baixa. Corte. Fachada. Planta de Situação. Planta de Localização. Circulação vertical: Escadas. Rampas. Noções de elevador. Representação e detalhamento de Telhados e Coberturas. Materiais usados na construção civil.

2.3. DELINEANDO A EXPERIÊNCIA

Diante da realidade de alguns cursos de Engenharia, caracterizados por disciplinas isoladas, que podem dificultar o desenvolvimento das competências necessárias para a formação do profissional, e pelo ensino "baseado na sequência exposição-estudo-exercício-prova ou exame" (Zabala; Arnau, 2010), cujos impactos refletem na aprendizagem dos estudantes, enquanto docentes, busca-se o desenvolvimento de alternativas, novos métodos nos quais "o alvo e o referencial organizador fundamental é o aluno e suas necessidades educativas. As disciplinas têm um valor subsidiário, a relevância dos conteúdos de aprendizagem está em função da potencialidade formativa e não apenas da importância disciplinar" (ZABALA, 2010).

Nesse sentido, adotou-se prática pedagógica interdisciplinar, a fim de possibilitar a articulação entre as disciplinas Metodologia Cientifica e Tecnológica da Produção e Desenho Técnico, aproximando-se do enfoque globalizador apresentado por Zabala (2010) e Zabala e Arnau (2010), passível de ser desenvolvido mesmo num currículo baseado em disciplinas, a partir da busca das situações de proximidade entre elas, e da apresentação de questões aos estudantes cujas respostas dependam de conhecimentos de outras disciplinas ou áreas. Atendendo ao que consta nas DCNs e contrapondo-se ao ensino expositivo tradicional, os métodos globalizadores ou integradores "permitem que as aprendizagens sejam as mais significativas possíveis e, ao mesmo tempo, resultem em finalidades que apontem à formação de cidadãos que compreendam e participem em uma realidade complexa" (ZABALA; ARNAU, 2010).

Anjos e Pereira (2015) asseveram que para desenvolver uma prática pedagógica nessa perspectiva é preciso entender a educação como sendo uma prática social que precisa da contribuição das outras áreas do conhecimento de forma interdisciplinar. Assim, a interdisciplinaridade é entendida como:

> *[...] um processo de integração entre algumas disciplinas e ramos do conhecimento, que defende o saber não fragmentado, uma prática contextualizada, visando assegurar uma melhor aprendizagem ao estudante, em detrimento ao conhecimento hermético, propedêutico e descontextualizado (SUSIN; BRUM; SCHUHMACHER, 2011).*

A interdisciplinaridade promove a aproximação e a articulação das atividades docentes numa ação coordenada e orientada para objetivos bem definidos. Nesse contexto, propôs-se trazer visão geral da profissão do engenheiro e promover a integração entre os conteúdos das disciplinas Metodologia Cientifica e Tecnológica da Produção e Desenho Técnico, tendo como fio condutor a pesquisa e a representação gráfica com vistas à resolução de problemas do cotidiano da prática profissional do engenheiro. Segundo Zabala (2010) "embasar as atividades de ensino-aprendizagem em uma situação-problema real consiste somente no ponto de partida, de maneira que não afeta a lógica disciplinar de nenhuma matéria".

Ainda corroborando com Anjos e Pereira (2015), os métodos globalizados têm como centro o estudante e suas necessidades educacionais, observando as especificidades formativas gerais dele, único caminho para se conquistar a aprendizagem significativa e o desenvolvimento das competências e habilidades apontadas nas DCNs.

Formar profissionais com esse perfil pressupõe que, durante o curso, docentes proporcionem elementos e informações para que a desfragmentação dos conhecimentos seja uma realidade, a partir de ações globalizadoras, de caráter interdisciplinar, tendo como foco o desenvolvimento de competências requeridas pelas DCNs.

> *Orientar para a aprendizagem significativa e para o desenvolvimento de competências cognitivas e profissionais complexas, não envolve apenas mostrar os caminhos, mas também guiar, nortear o aluno para reconhecer, em meio ao labirinto, as trilhas que conduzem à construção do conhecimento (ANJOS; PEREIRA, 2015).*

Nessa perspectiva, o diálogo e a articulação entre os alunos e as docentes da disciplina foi incentivado, culminando na interação e troca de conhecimentos durante o desenvolvimento das aulas ministradas no segundo semestre acadêmico do curso.

Como forma de otimizar o tempo e facilitar o desenvolvimento da proposta, procurou-se estabelecer, desde o início do curso, um ambiente de trabalho em conformidade com as competências propostas nas DCNs (Brasil, 2019), atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.

Orientadas por estes princípios, as disciplinas foram iniciadas, levando em consideração a opinião dos estudantes, por sabermos que é fundamental a criação de "um clima cooperativo e de confiança na possibilidade de aprender e de trabalhar juntos, ultrapassando os papéis rígidos e estereotipados de professor que (só) ensina e de estudante que (só) aprende" (SOARES, 2013).

Nessa direção, foi organizado com a turma no primeiro dia do semestre uma aula conjunta das disciplinas, considerando conversas sobre a expectativa dos alunos em relação a estes dois componentes curriculares. Foram apresentados a ementa e os conteúdos a serem abordados pelas docentes durante o semestre, o Programa da Disciplina e a proposta de planejamento elaborado para cada um dos quinze encontros semanais, após todos os esclarecimentos e tirar dúvidas em parceria com os estudantes, firmando-se acordo ou contrato didático. A construção do contrato didático, conforme Soares (2013), "não é simplesmente apresentar o plano, as formas de avaliação e o cronograma aos estudantes no primeiro dia de aula. É, fundamentalmente, desenvolver uma negociação permanente na gestão da aula ao longo do semestre", ou seja, esse acordo ou contrato didático requer uma negociação na qual as responsabilidades são compartilhadas.

Ainda no primeiro dia de aula, foi discutido entre as docentes e os estudantes o processo de avaliação, "pois esse complementa e fornece um diagnóstico que permite (re)pensar e (re)formular estratégias, métodos e procedimentos de aprendizagem" (ANJOS; PEREIRA, 2015). Considera-se que no processo de avaliação destes estudantes

também devem ser levados em conta, analisados e compreendidos seus avanços, suas limitações e suas dificuldades, não apenas tendo como objetivo final a aferição de notas, "entendemos que nessa caminhada os professores e alunos estão imbricados, sendo a avaliação um processo mediador" (ANJOS; PEREIRA, 2015). Corrobora-se com Hoffmann (1996) quando afirma que a "avaliação mediadora significa ação provocativa do professor, desafiando o educando a refletir sobre as noções estudadas e situações vividas, a formular seus próprios conceitos, encaminhando-se gradativamente ao saber científico e a novas descobertas".

Como forma de introduzir e encaminhar os estudantes nesse ambiente acadêmico científico e de novas descobertas, ainda com o propósito de integração, deu-se início à prática: a primeira ação foi dividir a turma em grupos de quatro membros, cujas equipes foram formadas por livre escolha dos discentes; em seguida, foi realizado sorteio para distribuir entre os grupos as cinco regiões do Brasil e o Distrito Federal, sendo que, por serem maiores em estados, a região Norte ficou com duas equipes e a região Nordeste ficou com três equipes. Foi solicitado pelas docentes que as equipes pesquisassem edificações nos estados das cinco regiões brasileiras e no Distrito Federal, destacando a relevância dessas obras para a engenharia e para a sociedade.

Na sequência, cada equipe pesquisou os aspectos construtivos, os materiais utilizados, impactos ambientais, o projeto, dentre outros, desta obra ou edificação, fez a relação com os conteúdos das disciplinas, além da parte escrita relatando e descrevendo a pesquisa, e representou gráfica e espacialmente toda ou parte da edificação.

Nesse aspecto atende-se o que se orienta por meio das DCNs, no art. 6º, item VIII, § 9º: "É recomendável que as atividades sejam organizadas de modo que aproxime os estudantes do ambiente profissional, criando formas de interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos" (BRASIL, 2019).

Foram pesquisadas e representadas as seguintes obras de engenharia: Viaduto Ferroviário Paulo de Fontin e Ponte Rio-Niterói (RJ), Igreja e Museu de Arte da Pampulha (MG), Palácio Sede da Prefeitura (PI), Via Expressa (MA), Aeroporto Internacional Governador Aluízio Alves (RN), Complexo Empresarial Rochaverá Corporate Tower (SP), Ponte Deputado Darcy Castello de Mendonça - Terceira Ponte (ES), Mercado Ver-o-Peso (PA), Passarela Governador Joaquim Macêdo (AC), Centro de Convenções Poeta Ronaldo Cunha Lima (PB), Ponte Fernando Henrique Cardoso (TO), Estrada de Ferro Madeira Mamoré (RO), Elevador Lacerda e Farol da Barra (BA), entre outras.

Foi ressaltada a relevância da pesquisa e da representação gráfica para os cursos de Engenharia, visto que o desenho facilita o entendimento dos conteúdos estudados quando comparado com a dificuldade da linguagem escrita para descrever uma forma ou um objeto. Bornancini *et al.* (1981), ao escreverem sobre a importância do desenho, acentuam que esse é o único meio exato e inquestionável de comunicar a forma de um objeto tridimensional. "Daí a sua importância na tecnologia, face à notória dificuldade da linguagem escrita ao tentar a descrição da forma, apesar da riqueza de outras informações que essa linguagem possa veicular" (BORNANCINI *et al.*, 1981).

A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica e de campo, e a avaliação da aprendizagem se deu através do cumprimento das seguintes etapas:

- Consulta baseada na bibliografia apresentada na ementa de cada componente curricular, nas redes sociais, mídias digitais, etc.;
- Escolha da obra/construção de engenharia por região;

- Realização do relatório escrito da pesquisa da obra/construção de engenharia estudada;
- Representação bi e tridimensional desse elemento: três vistas, perspectivas isométrica e cavaleira;
- Representação espacial da obra/construção, utilizando material de baixo custo e de fácil obtenção;
- Exposição dos protótipos e dos desenhos, e apresentação da teoria pesquisada para docentes e discentes do curso.

Estas atividades foram realizadas em cinco semanas, os encontros foram presenciais e virtuais. Nos horários previstos no calendário acadêmico para encontro em sala, das respectivas disciplinas, as equipes apresentavam fases do trabalho:

- Primeira semana – apresentação da primeira versão da pesquisa bibliográfica, sendo feitas as observações de melhorias pelas docentes e devolvida à equipe;
- Segunda semana – exibição através de fotos ou desenhos do elemento escolhido e sua representação bi e tridimensional;
- Terceira semana – apresentação da segunda versão da pesquisa bibliográfica contendo desenhos que explicassem o assunto e construção espacial da obra/construção;
- Quarta semana – demonstração da última versão da pesquisa bibliográfica e dos desenhos e construção espacial obra/construção.
- Quinta semana – exposição e apresentação pelas equipes.

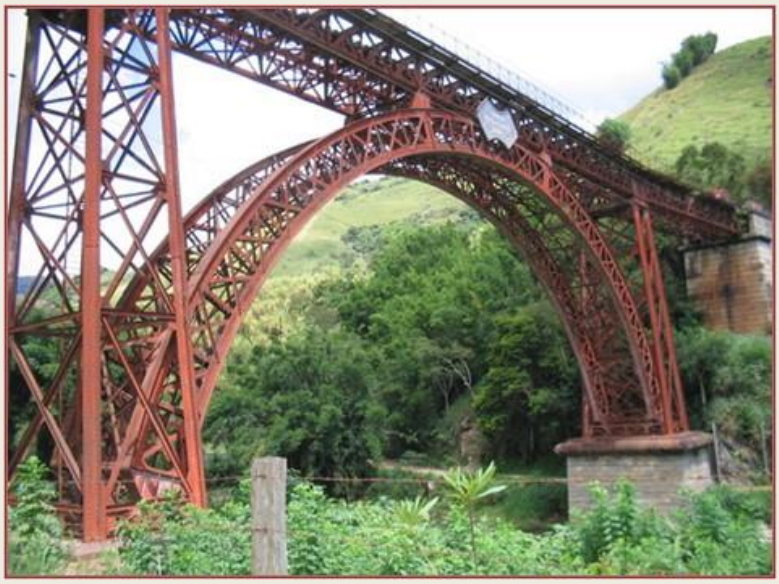
A atividade gerou um resultado bastante significativo para os discentes, pois estes puderam vivenciar vários dos conteúdos que serão estudados durante a sua formação no curso. Trabalhando em equipe, os alunos compartilham suas próprias compreensões, dúvidas, as negociações entre eles, permitindo a construção de significados, conhecimento e habilidades.

Apesar do bom desempenho de todas as equipes, este capítulo destaca a pesquisa realizada pelos discentes que optaram por pesquisar o Viaduto Ferroviário Paulo de Fontin, localizado em Vera Cruz / Rio de Janeiro, inaugurado em 1897. “O Viaduto Paulo de Fontin é uma ponte férrea de estrutura metálica traçada, formando um grande arco sobre o Rio Santana. [...] o viaduto é considerado o único em ferro e em curva no mundo. [...] O projeto do imperador D. Pedro II era para ajudar os plantadores de café que já estavam em decadência” (Citação tirada do texto da Equipe 1).

A equipe justificou, que a escolha do Viaduto Ferroviário Paulo de Fontin, foi também porque tiveram curiosidade para estudar o uso da estrutura metálica nas edificações, bem como realizar um estudo sobre a importância do desenho para a compreensão da obra de engenharia.

A Figura 1 é uma fotografia do viaduto estudado pelos componentes da equipe e a Figura 2, uma miniatura aproximada deste, construída pelos estudantes, que utilizaram na sua confecção isopor pintado com tinta guache, com dimensões de 40cm x 25cm x 30cm.

Figura 1: Viaduto Ferroviário Paulo Fontin

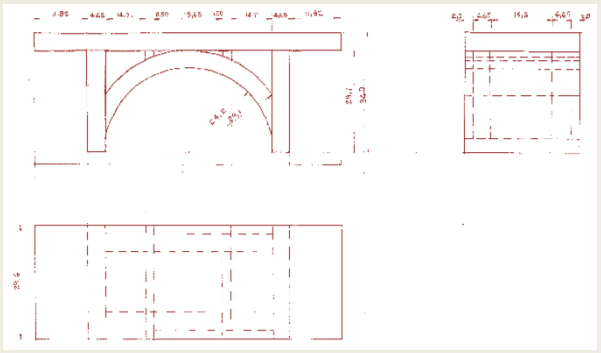


Fonte: Autoras (2024).

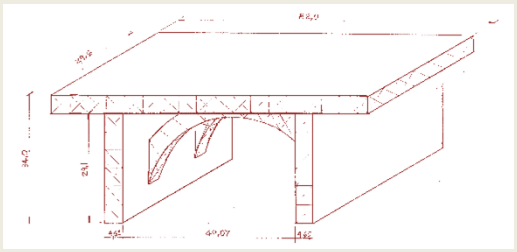
Figura 2 – Elemento representado pela equipe

Fonte: Autoras (2024).

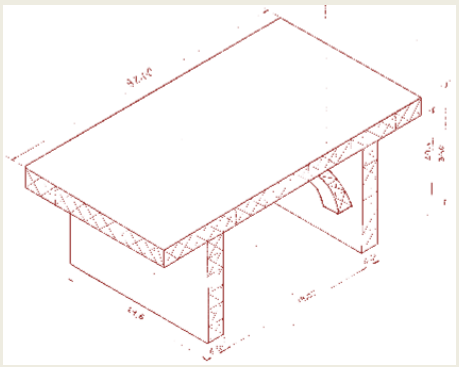
Figura 3: Desenho Técnico do elemento representado pela equipe



Desenho1



Desenho 2



Desenho 3

Fonte: Acervo das autoras (2024).

Para a representação através do desenho técnico, como mostrado na Figura 3, os discentes traçaram as três vistas ortogonais (desenho 1), a perspectiva cavaleira (desenho 2) e o desenho isométrico (desenho 3). É importante salientar que as representações técnicas foram construídas com o auxílio de esquadros, compassos, lápis e borracha e não através do computador.

Conforme as DCNs, no art. 6º, item VIII, § 3º: "Devem ser incentivados os trabalhos dos discentes, tanto individuais quanto em grupo, sob a efetiva orientação docente" (BRASIL, 2019), os resultados da pesquisa foram expostos pelas equipes no hall de entrada da Instituição. Nesse momento, os discentes da turma fizeram a exposição dos desenhos e das miniaturas/maquetes dos elementos construtivos, bem como a apresentação verbal dos principais tópicos da pesquisa escrita. Docentes e discentes do curso de Engenharia e dos outros cursos lotados no departamento participaram da mostra e, através de perguntas e comentários, prestigiaram-nos, engrandecendo, ainda mais, o nosso trabalho.

No final do semestre, além da mostra no hall do departamento, as equipes entregaram as docentes, o trabalho escrito, as representações gráficas da obra escolhida pela equipe, construção tridimensional da mesma e apresentaram de forma oral os assuntos, engrandecendo a prática pedagógica, que teve como princípio o papel ativo dos alunos.

Estes conhecimentos foram apresentados de forma integradora, com a finalidade de motivar os alunos sobre a importância dos componentes de formação básica no curso,

demonstrando sua importância para os componentes de semestres mais adiantados e para uma formação sólida do futuro profissional de engenharia. "Aprender na interação em classe é, então, dialogar, interagir, questionar e problematizar para possibilitar a superação das dificuldades" (Loder *et al.,* 2013). Agindo assim, acrescentam-se conhecimentos novos aos já desenvolvidos, unindo-os na construção de novos conceitos.

Ao final, foi realizada uma breve avaliação de todo o processo, podendo se constatar que a prática empregada resultou em uma aprendizagem significativa, de acordo com as respostas dos discentes. A maioria deles afirmou ter se identificado com os procedimentos utilizados e ressaltou a nossa postura ao "*dar-lhes independência e responsabilidade para escolher, criar e pesquisar os assuntos*" (Componente da equipe nº 4).

Sobre a pesquisa bibliográfica, registra-se terem sinalizado relativa dificuldade para entender o que estava escrito nos livros e nos artigos, mas, ao conversarem entre si, e com as docentes que ministram as disciplinas, a teoria tornava-se mais compreensível. A etapa mais difícil do trabalho, segundo um dos componentes da Equipe 1, seguido por quase todos os demais, foi a parte escrita. "*Toda vez que eu mostrava a pesquisa da minha equipe para as professoras, elas pediam que fizéssemos correções, que tirássemos o texto de um lugar e colocássemos no outro, que escrevesse com termos mais apropriados, e por aí vai. Isso foi muito difícil e cansativo*" (Componente da equipe nº 1).

Quando as docentes perguntaram se, no final, ele ficou satisfeito com o seu texto, ele e os outros responderam que sim, que quando compararam a primeira versão e a última ficaram "*muito contentes com o resultado final*". Um dos discentes da Equipe 2 falou que "*irá guardar esse trabalho até o final do curso*". De acordo com alguns componentes, por estarem trabalhando em equipe, as tarefas ficaram mais fáceis. "*Uns gostam mais de pintar, outros de desenhar e construir a maquete, outros de pesquisar e poucos, como eu, gostam de apresentar os resultados. Eu gostei de explicar sobre a nossa pesquisa*" (Componente da equipe nº 5).

Em razão do que foi descrito pelos discentes, constata-se que a prática pedagógica auxiliou no desenvolvimento da cooperação entre os estudantes e de suas aprendizagens, pois, conforme Loder *et al.* (2013):

> *A interação entre os alunos promove cooperação, com sentido de atuar e operar com o outro, compartilhando ideias, significados e conhecimentos, seus e do outro, modificando ambos. Um processo de interação e cooperação traz consigo o diálogo, que valoriza todos os tipos de saberes e também o saber do outro.*

Conforme as DCNs, no art. 13, "a avaliação dos estudantes deve ser organizada como um reforço, em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento das competências" (BRASIL, 2019). Essa experiência proporcionou a autonomia dos estudantes e, conforme estudo realizado por Lampert, esse empoderamento se deu no momento em que eles foram direcionados:

[...] a trabalhar, de forma individual e grupal; a trabalhar de forma cooperativa e com outros; a conhecer-se melhor; a superar limitações; a dialogar com seus colegas e professores; a discutir e argumentar, defender ideias; aprender a aprender; a refletir sobre sua aprendizagem; a navegar no desconhecido; a aprofundar conhecimentos; a ter

a capacidade de enfrentar desafios; e a construir, de forma contextualizada, um saber (2008).

Na atividade realizada, os alunos e as professoras atuaram como agentes ativos do processo ao construírem argumentos, discursos e conceitos, após trilharem os principais caminhos da pesquisa, citados por Lampert (2008): coletar, interpretar e produzir textos. Neste contexto, a função do professor é mediar, orientar e auxiliar o discente na construção do seu conhecimento, sendo um constante pesquisador.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática educativa utilizada demonstrou que as professoras assumiram o papel de mediadoras, e não detentoras do conhecimento, pois atuaram orientando e auxiliando o estudante na construção do seu conhecimento, proporcionando a sua autonomia e incentivando-o a construir um saber.

Ao longo da pesquisa fomos percebendo que, durante a sua realização, os discentes se sentiam mais inseridos no ambiente universitário, pois, a experiência que eles estavam realizando era muito mais abrangente que o método tradicional de apresentar e avaliar os conteúdos pertinentes às disciplinas estudadas.

Foi possível verifica, também, que os componentes dos grupos estavam mais entrosados, que pessoas de grupos diferentes misturavam-se para executar as tarefas, e que desta forma o aprendizado acontecia, pois, a maneira como se comunicavam também facilitava o entendimento dos assuntos abordados.

Ficou perceptível que a atitude assumida pelas docentes é um fator importante para o êxito desta prática, pois, os seus questionamentos, a postura após os argumentos feitos pelos alunos e a reconstrução de novos conceitos, possibilitam um fortalecimento no processo de ensino e aprendizagem. O professor atuando como mediador/facilitador auxilia o discente na construção do seu conhecimento, oportunizando-o a ser um pesquisador.

Apesar das dificuldades encontradas durante o percurso, o objetivo de motivar os alunos e possibilitar o aprendizado através do uso de práticas pedagógicas diferentes das chamadas tradicionais no curso de engenharia foi alcançado, pois, estes se empenharam para desenvolver bons trabalhos, demonstraram compreender a aplicação dos assuntos estudados durante o semestre para a sua formação e atuação profissional, além de expressarem o interesse em continuar pesquisando.

As atividades realizadas com base em problemas e situações reais deram aos discentes a oportunidade de aprender de forma participativa, proporcionando maior envolvimento sem perder de vista sua autonomia e protagonismo, tornando-o responsável pela construção de seu conhecimento.

A partir da inserção nas atividades de campo os discentes puderam aplicar conhecimentos construídos sobre os principais assuntos estudados, e, ao serem desafiados a pesquisar e escrever, alguns superaram limitações, pois foram estimulados a ler, interpretar e refletir, promovendo mudanças no seu processo de aprendizagem. O trabalho em grupo proporcionou uma maior interação entre os alunos, promoveu o diálogo, incentivou o trabalho de forma colaborativa e ajudou a superar limitações.

A postura de coparticipante assumida pelas professoras tornou as aulas mais atrativas, interativas, pois envolveu os discentes em atividades nas quais tinham que

tomar decisões e avaliar os resultados, e estes se sentiram instigados a perguntar, defender suas ideias e argumentar, aprofundando conhecimentos através da formação contextualizada e guiada pela prática.

Através desta prática pedagógica foi possível perceber que os alunos demonstraram maior interesse pelas disciplinas por perceberem a importância dos conteúdos estudados para a sua formação e para a futura profissão.

REFERÊNCIAS

[1] ANJOS, T. D. S. dos; PEREIRA, T. R. D. S. Desenhando novos caminhos: uma prática com enfoque integrador em Engenharia de Produção Civil. *In*.: SOARES, S.R.; DE MARTINS, É. S.; DE MIRANDA, D. L. (org.). **Problematização e produção criativa:** ressignificando o ensino e a aprendizagem na universidade. Série Práxis e Docência Universitária. v. 4. Salvador: EDUNEB, 2015.

[2] ANJOS, T. D. S. dos; PEREIRA, T. R. D. S; SILVA, C. D; SILVA, T. D. Prática de ensino baseada em aprendizagem ativa: explorando a acessibilidade em alguns espaços da UNEB. *In*: XLVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA - Online, 2020, Caxias do Sul. **Anais** [...]. Caxias do Sul, RS: Abenge, 2020.

[3] BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. B. Tec. Senac, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

[4] BORNANCINI, J. C. M.; PETZOLD, N. I.; JÚNIOR, H. O. **Desenho Técnico Básico**. Fundamentos teóricos e exercícios à mão livre. 4. ed. Rio Grande do Sul: Sulina, 1981.

[5] BRASIL. Resolução CNE/CES 2/2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, p. 43 e 44, 26 abr. 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file. Acesso em: 30 ago. 2023.

[6] CAVALCANTI, C. C.; FILATRO, A. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva, 2018.

[7] CNI. **Documento de apoio à implantação das DCNs do Curso de Graduação em Engenharia.** Brasília, 2020. Disponível em:< http://www.abenge.org.br/file/DocumentoApoioImplantacaoDCNs.pdf >. Acesso em: 30 jun. 2023.

[8] ELMOR FILHO, G.; SAUER, L. Z. **Uma nova sala de aula é possível:** aprendizagem ativa na Educação em Engenharia. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

[9] FILHO, G. E.; SAUER, L. Z.; ALMEIDA, N. N. de.; VILLAS-BOAS, V. **Uma nova sala de aula é possível**: aprendizagem ativa na educação em engenharia. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

[10] HOFFMANN, J. Experiências em avaliação mediadora na universidade a partir do PAAP. *In*: MORAES, V.R.P. (org.). **Melhoria do ensino e capacitação docente:** programa de atividades de aperfeiçoamento pedagógico. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1996.

[11] LAMPERT, Ernâni. O ensino com pesquisa: realidade, desafios e perspectivas na universidade brasileira. **Revista Linhas Críticas**, UnB/Brasília, v. 14, n. 26, p. 131-150, Enero-Junio/2008.

[12] LODER *et al*. Intervenções pedagógicas bem sucedidas em cursos de engenharia. *In*: OLIVEIRA, V.F.; TOZZI, M.J.; ELARRAT, J.H.A.; COSTA, L.S.B.N.; PEREIRA, J.M. (org.). **Desafios da educação em engenharia:** formação em engenharia, internacionalização, experiências metodológicas e proposições. Brasília, DF: Abenge, 2013.

[13] MINEIRO, M.; D'ÁVILA, M. C. Construindo pontes: a mediação didática lúdica no ensino superior. **Revista Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, v. 16, n. 37, p. 146-172, Edição Especial, 2020.

[14] MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania:** aproximações jovens. Coleção Mídias Contemporâneas, 2015. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wpconteiasodolognt/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. > Acesso em: 31 jul. 2023.

[15] MORAN, J. M. Metodologias Ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs). **Metodologias Ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática. São Paulo: Penso, 2018.

[16] PEREIRA, T. R. D. S.; ANJOS, T. D. S. dos. 30 anos de UNEB, 15 anos do DCET I e 15 anos do Curso de Engenharia de Produção Civil: um caminho que se faz caminhando. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41., 2013, Gramado. **Anais** [...]. Gramado, RS: Abenge, 2013.

[17] PEREIRA, T. R. D. S.; ANJOS, T. D. S. dos. Metodologia Científica e Tecnológica: aprendizagem através de uma abordagem lúdica para engenharia. In: XII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2015, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba, PR, 2015.

[18] SOARES, S.R. A pesquisa como princípio formativo: experiência em uma disciplina na pós-graduação. *In*: SOARES, S.R.; SOARES, I. F.; BARREIRO, M. S. (org.). **Ensino para a autonomia**: inovando a formação do profissional. Salvador: Eduneb, 2013.

[19] SUSIN, R. M.; BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. A superação da fragmentação do saber por meio da interdisciplinaridade. **Ágora: Revista de Divulgação Científica**, Mafra, v. 18, n. 1, p. 44-54, 2011.

[20] ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

[21] ZABALA, A. Os enfoques didáticos. *In*: COLL, C. *et al*. (org.). **O construtivismo na sala de aula.** 6. ed. São Paulo: Ática, 2011.

[22] ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

AGRADECIMENTOS FINAIS

O desenvolvimento de metodologias que tornem o processo educacional mais inclusivo, mais interessante e desafiador é resultado da dedicação e do engajamento de muitos atores. Motivo, este, pelo qual temos muitas e muitos a agradecer. A todas as empresas e instituições participantes da potencialização dos processos educacionais que, também abrindo as portas para o diálogo, e para os estudantes, fomentaram a construção do ambiente propício ao conhecimento, e desta obra. Aos estudantes, muitos dos quais agora profissionais, quem participaram com afinco e protagonismo nos projetos apresentados neste livro. Aos nossos colegas, professoras e professores que compartilham conosco, cotidianamente, suas experiências, paixão e companhias, também no enriquecimento acadêmico e dos ambientes educacionais. Ao Centro Universitário Una, por também ser um "espaço" aberto a inovação. Às nossas famílias, pelo incondicional apoio, estímulo e inspiração. A todas e todos que complementam um ambiente com características ecossistêmicas, de sinergia, equilíbrio e transformação, nosso reconhecimento, acompanhado de nosso muito obrigado!

**Para efeitos de comprovações futuras, todos os docentes podem ser considerados primeiros autores, de todos os trabalhos presentes nesta obra*

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson